

Almir Tokalic

RASPBERRY PI -TIETOKONEEN KÄYTTÖÖNOTTO

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Tietotekniikka
Kevät 2014



Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Tietotekniikka
Tekijä(t) Almir Tokalic	
Työn nimi Raspberry Pi -tietokoneen käyttöönotto	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Ajoneuvojen tietojärjestelmät	Toimeksiantaja Markku Karppinen
Aika Maaliskuu 2014	Sivumäärä ja liitteet 34+17
<p>Insinööritöiden tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa pientietokoneen, nimeltään Raspberry Pi Model B, käyttöönotto. Tavoite oli tutustua tietokoneeseen ja periaatteeseen, jolla se toimii. Samoin tarkoituksena oli liittää pientietokoneeseen ulkoisia laitteita ja testata sen toimintaa, ja lopuksi dokumentoida työ opetuskäyttöön.</p> <p>Raspberry Pi, myös tunnettu nimellä RasPi, on Raspberry Pi Foundationin kehittämä tietokone, joka on toteutettu yhdellä piirilevyllä. Raspberry Pi julkaistiin 29.2.2012, ja se on ollut kovassa suosiossa siitä lähtien. Tietokoneita on kaksi erilaista, Model A ja Model B. Tässä työssä keskitytään tarkemmin Model B:hen, joka on kalliimpi versio näistä kahdesta.</p> <p>Työn alussa tutustuttiin yleisesti Raspberry Pi:n molempiin tietokoneisiin, ja lyhyesti tutustuttiin Linux-järjestelmään. Tutustuttiin myös Raspberry Pi -tietokoneen kilpailijoihin ja tehtiin vertailu niiden välillä. Käyttöönotto-osiossa liitettiin Raspberry Pi Model B -tietokoneeseen oheislaitteet, asennettiin käyttöjärjestelmät Raspbian ja Raspbmc, ja tutustuttiin niiden tarjontaan ja toimintaympäristöön. Lopussa esitettiin joitakin sovelluksia, joissa on käytetty Raspberry Pi -tietokonetta. Raspberry Pi -tietokoneeseen liitettiin myös Gertboard-alusta, jonka avulla sitten ohjattiin moottoria ja LED-valoja.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Raspberry, Raspbian, Raspbmc, Debian, Gertboard, LXTerminal
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering	Degree Programme Information Technology
Author(s) Almir Tokalic	
Title Deployment of Raspberry Pi Computer	
Optional Professional Studies Vehicle Information Systems	Commissioned by Mr Markku Karppinen
Date March 2014	Total Number of Pages and Appendices 34+17
<p>The main goal of this Bachelor's thesis was to design and carry out the deployment of one Raspberry Pi computer, called Raspberry Pi Model B. The objective was to find out more about this computer and the technology used by it, as well as to connect external devices to it and to document the process for teaching purposes.</p> <p>Raspberry Pi, also known as RasPi, is a single-board computer that was developed by the Raspberry Pi Foundation. It was published on February 29th, 2012, and it has been greatly popular ever since. There are two different versions on the market, Raspberry Pi Model A and B. In this Bachelor's thesis more attention will be given to the Model B, the more expensive version of the two.</p> <p>The first chapter of this document contains an overview of the Raspberry Pi both models and their differences. After that basic information about the operating system Linux is presented. The first chapter ends with getting to know Raspberry Pi competitors. The second chapter of this document is about the deployment of Raspberry Pi Model B computer, external devices that are connected to it, operating system Raspbian and Raspbmc, and everything they have to offer. In the end, some applications that use Raspberry Pi are presented along with Gertboard and other components.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	Raspberry, Raspbian, Raspbmc, Debian, Gertboard, LXTerminal
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Kiitos kuuluu Kajaanin ammattikorkeakoululle ja sen henkilökunnalle, ilman heitä tämä lopputyö ei olisi ollut mahdollinen. Toivon kaikille tämän insinöörityön lukijoille yhtä paljon nautinnollisia hetkiä kuin mitä tämän työn suorittaminen antoi minulle.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 RASPBERRY PI JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ LINUX	4
2.1 Raspberry Pi Model A ja B	4
2.2 Käyttöjärjestelmä Linux	6
2.2.1 Raspbian	7
2.2.2 Raspbmc	7
2.3 Raspberry Pi:n kilpailijat	7
3 RASPBERRY PI -TIETOKONEEN KÄYTTÖÖNOTTO	14
3.1 Oheislaitteet	14
3.2 Raspbian-käyttöjärjestelmän asennus ja käyttö	15
3.2.1 LXTerminal	19
3.2.2 Mathematica	20
3.2.3 Scratch	22
3.3 Raspbmc-käyttöjärjestelmän asennus ja käyttö	24
3.4 Sovellukset ja käyttömahdollisuudet	25
3.5 Raspberry Pi ja Gertboard	27
3.5.1 LED-valojen ohjaus	28
3.5.2 Moottorin ohjaus	30
4 TYÖN TARKASTELU	32
5 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35
LIITTEET	

KÄSITTEET

BCM2835	Multimediaprosessori
Debian	Debian GNU/Linux on suosittu Linux-jakelupaketti
DVI	Digital Visual Interface
GPIO	General Purpose I/O
HDMI	High Definition Multimedia Interface
I2C	Sarjamuotoinen tiedonsiirtoväylä
LED	Light-Emitting Diode
LXDE	Lightweight X11 Desktop Environment, suom. Kevyt X11 -työpöytäympäristö
Mac OS X	Applen kehittämä käyttöjärjestelmä
MeeGo	Nokian käyttämä käyttöjärjestelmä
MISO	Master Input, Slave Output
MOSI	Master Output, Slave Input
Raspbian	Raspberry Pi:lle optimoitu käyttöjärjestelmä
Raspbmc	Mediakeskuksen käyttöön optimoitu käyttöjärjestelmä
RasPi	Raspberry Pi
SCLK	Serial Clock
SDA	Serial Data Line
SDHC	Secure Digital High Capacity
SPI	Serial Peripheral Interface

1 JOHDANTO

Tämän lopputyön aiheen sain Kajaanin ammattikorkeakoulun kehitysinsinööriltä Markku Karppiselta. Työn nimeksi tuli Raspberry Pi -tietokoneen käyttöönotto. Päädyttiin tähän aiheeseen, koska katsottiin sen olevan tarpeellinen ja hyödyllinen, sillä tämä dokumentti tulee opetuskäyttöön. Eli opettajat ja oppilaat voivat käyttää tätä dokumenttia apuna sekä opetuksessa että opiskelussa. Itse kiinnostuin aiheesta, koska sain tilaisuuden tutustua Raspberry Pi -tietokoneeseen ja sen toimintatapaan ja samalla helpottaa muille Raspberry Pi:n käyttöä.

Työssä keskitytään pääsääntöisesti Raspberry Pi Model B -tietokoneeseen (kuva 1) ja käyttöönotossa keskitytään ainoastaan siihen. Ennen sitä kuitenkin käydään läpi Raspberry Pi:n molemmat tietokoneet, eli sekä Model A että Model B, Raspberryn pahimmat kilpailijat ja käyttöjärjestelmä Linux, mihin Raspberry Pi -tietokoneen käyttöjärjestelmät perustuvat. Tässä vaiheessa esitellään myös käyttöjärjestelmät Raspbian ja Raspbmc, jotka myöhemmin, käyttöönotto-osiossa, myös asennetaan Raspberry Pi -tietokoneelle ja tutustutaan niiden toimintaan.



Kuva 1. Raspberry Pi Model B [1]

Työn kolmannessa osiossa, käyttöönotossa, Raspberry Pi Model B -tietokoneeseen liitetään ulkoisia laitteita, testataan kytkentöjä ja tutkitaan ohjelmistoa. Selvitellään, minkälaisia ulkoisia laitteita on käytetty, käydään läpi käyttöjärjestelmät, ohjelmistoasennukset sekä tutustu-

taan tarjolla olevaan ohjelmistokoodiin. Samalla tutustutaan tarkemmin Raspberry Pi Model B -tietokoneen toimintaan ja erilaisiin kehitystehtäviin. Työn lopussa esitellään sovelluksia, joissa on käytetty Raspberry Pi -tietokonetta, minkä jälkeen Raspberry Pi -tietokoneeseen kytketään Gertboard-alusta ja näiden kahden avulla ohjataan LED-valoja ja moottoria. Työn kaikki vaiheet dokumentoidaan ja dokumentin lopussa tehdään yhteenveto koko prosessista.

2 RASPBERRY PI JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ LINUX

Vuonna 2012 Raspberry Pi Foundation julkaisi kaksi pientietokonetta nimeltä Raspberry Pi Model A ja B. Näistä jälkimmäinen on kalliimpi versio. Vaikka nimi viittaisi siihen, että Model A olisi julkaistu ensin, asia ei ole niin, vaan Model B tuli ensimmäisenä myyntiin. Kyseessä on siis kaksi matkapuhelimen kokoista tietokonetta, jotka kehitettiin Isossa-Britanniassa. Molemmat on toteutettu yhdellä piirillä, ja molemmat perustuvat Broadcomin BCM2835-järjestelmäpiiriin, joka on tehokas ja soveltuu hyvin muun muassa vaativiin multimediatehtäviin. Heti julkaisun jälkeen molemmista versiosta tuli erittäin suosittuja ja ensimmäiset erät myytiin lähes loppuun. Molemmissa käyttöjärjestelmä perustuu Linuxiin. [2.] [3.]

2.1 Raspberry Pi Model A ja B

Raspberry Pi Model B, lyhennettynä RasPi B, on kylläkin kalliimpi versio kahdesta, mutta molemmat versiot katsotaan olevan edullisia, koska Model B maksaa 35 ja Model A 25 dollaria. Näin alhainen hinta onkin vaikuttanut siihen, että tuotteista tuli erittäin suosittuja harrastelijoiden keskuudessa, vaikka alkuperäinen idea oli, että laitteita käytetään eniten opetuksessa. Nykyään näitä laitteita suositellaan jopa tekniikan aloittelijoille. [2.]

Model A:ssa ja B:ssä on paljon yhteistä. Molemmat toimivat samalla prosessilla ja molemmissa on samat video- ja audiolähdöt. Molempiin voi lisätä tallennustilaa ja molemmissa on sama grafiikkaprosessori. Ja molemmat versiot käyttävät Linuxia käyttöjärjestelmänä. [4.]

Mitä eroa näissä on sitten hinnan lisäksi? Model B:ssä on mahdollisuus yhdistää laite verkkoon Ethernet-portin kautta, Model A ei tarjoa tätä. Model B:ssä on myös enemmän muistia, 512 MB, kun taas Model A:ssa 256 MB. Molemmissa on toki USB-portti mutta Model B:ssä niitä on kaksi. Laitteiden tarkat tiedot löytyvät taulukosta 1. [4.]

Taulukko 1. Model A:n ja B:n tarkat tiedot. [4]

	Model A	Model B
Chip	Broadcom BCM2835 SoC full HD multimedia applications processor	Broadcom BCM2835 SoC full HD multimedia applications processor
Cpu	700 MHz Low Power ARM1176JZ-F Applications Processor	700 MHz Low Power ARM1176JZ-F Applications Processor
GPU	Dual Core VideoCore IV®Multimedia Co-Processor	Dual Core VideoCore IV®Multimedia Co-Processor
Memory	256 MB SDRAM	512 MB SDRAM
Ethernet	****	onboard 10/100 Ethernet RJ45 jack
USB 2.0	Single USB Connector	Dual USB Connector
Video Output	HDMI (rev 1,3 & 1,4) Composite RCA (PAL and NTSC)	HDMI (rev 1,3 & 1,4) Composite RCA (PAL and NTSC)
Audio Output	3,5 mm HDMI	3,5 mm HDMI
Onboard Storage	SD, MMC, SDIO card slot	SD, MMC, SDIO card slot
Operating System	Linux	Linux
Dimensions	8,6 cm x 5,4 cm x 1,5 cm	8,6 cm x 5,4 cm x 1,7 cm

Vaikka Raspberry Pi on kooltaan pieni, sillä voidaan tehdä pitkälti samoja asioita kuin pöytäkoneella. Esimerkiksi tekstinkäsittely ja videokatselu onnistuvat helposti. Kuitenkin yleiskäytön lisäksi Raspberry Pi:n kehittäjät halusivat tehdä tietokoneen, joka edistäisi tietotekniikan opetusta kouluissa ja saisi ihmiset kiinnostumaan ohjelmoinnista. Raspberry Pi -tietokoneen piti toimia niin kuin vanhanaikaiset tietokoneet; heti käynnistyksen jälkeen käyttäjä pääsisi ohjelmointiympäristöön muokkaamaan sitä itselle mieluuisella tavalla. Kaiken lisäksi sen piti olla edullinen, joten Raspberry Pi toimitetaan ilman oheislaitteita ja virtajohtoa. Vaikka laite on käyttövalmis, se vaatii halua perehtyä laitteeseen, koska, riippuen siitä mihin Raspberry Pi -tietokonetta halutaan käyttää, käyttäjä joutuu itse tilaamaan tarvittavat oheislaitteet, johdot ja muistikortit. [5.]

Muistikortti on hyvin tärkeä Raspberry Pi -tietokoneen käytössä. Muistikortille asennetaan käyttöjärjestelmä ja muita tarvittavia tiedostoja. Yleisin muistikortti, jota käytetään, on SDHC-kortti. Tässä työssä työssä käytetään Transcendin 8 GB:n muistikorttia. Muistikortin valintaan kannattaa käyttää aikaa, sillä erilaiset tehtävät vaativat erilaisen muistikortin. Onneksi Internetistä löytyy hyvin tietoa näistä asioista, ja myöhemmin tässäkin työssä kerrotaan lisää muistikorteista ja käyttöjärjestelmän asennuksesta. [6.]

2.2 Käyttöjärjestelmä Linux

Linuxin käyttöjärjestelmään voidaan törmätä miltei kaikkialla. Sitä käytetään tietokoneissa, matkapuhelimeissa, pelikonsoleissa, palvelimissa ja supertietokoneissa. Linux on maailman käytetyin palvelinkäyttöjärjestelmä. Linux kuuluu Unixin kaltaiseen käyttöjärjestelmäperheeseen. Se käyttää Linux-ydintä, ja sen toiminta perustuu avoimen lähdekoodin ohjelmistojen kehitykseen. Ohjelmiston lähdekoodia saa jokainen vapaasti muokata ja levittää kaupallisesti erilaisten lisenssien ehdoilla tai ilmaiseksi. Levitettäviä ohjelmistopaketteja yleensä kutsutaan nimellä Linux-jakelupaketti. Debian, Fedora ja openSuse ovat hyviä esimerkkejä tällaisista jakelupaketeista. [7.]

Linux-jakelu toimii tyypillisesti niin, että jakelussa on kokonainen käyttöjärjestelmä, joka koostuu Linux-ytimeistä, graafisesta käyttöliittymästä ja ohjelmista. Mikäli kyseessä on kaupallinen jakelu, tukea asennukseen ja käyttöön saa palvelun tarjoajalta. Muussa tapauksessa käyttäjä joutuu turvautumaan omaan tiedonhankintaan. Linuxia käytetään myös sulautettuna käyttöjärjestelmänä matkapuhelimeissa ja teollisissa laitteissa. Esimerkiksi Nokia käytti Linuxia Maemo-kehitysympäristössä, josta tuli myöhemmin MeeGo. Samoin Android käyttää Linux-ydintä. Tämän työn kannalta tärkeät Linuxiin perustuvat käyttöjärjestelmät ovat Raspbian ja Raspbmc. Alla on listattu myös muita Linux-jakeluversioita, joita voidaan käyttää Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmänä. [7.]

- Arc Linux Arm
- Angstrom Linux
- Debian ARM
- Pidora
- OpenELEC + XBMC
- Risc OS
- Slackware ARM.

2.2.1 Raspbian

Raspbian on Debianiin perustuva käyttöjärjestelmä, joka on optimoitu Raspberry Pi:n tietokoneelle. Raspbian on ilmainen, ja se sisältää perusohjelmat ja apuohjelmat, jotka mahdollistavat Raspberry Pi:n toiminnan. Käyttöjärjestelmän lisäksi on olemassa yli 35 000 ohjelmistopakettia, joita on mahdollistaa asentaa omalle Raspberry Pi:lle. Raspbiania kehitetään edelleen aktiivisesti, ja päätarkoituksena on parantaa ohjelmistopakettien stabiilisuutta ja suoritusta. Vaikka Raspbian on suunniteltu Raspberry Pi:n tietokoneille, se ei kuitenkaan ole si-
doksissa Raspberry Pi Foundationin kanssa, koska Raspbianin on kehittänyt pieni ryhmä RasPin käyttäjiä. [8.]

2.2.2 Raspbmc

Raspbmc on Sam Nazarkon kehittämä käyttöjärjestelmä. Se on tarkoitettu viihdekäyttöön, ja se perustuu Debian-järjestelmään. Näin ollen siihen on saatavilla iso valikoima palveluita, mm. ilmainen ja avoin lähdekoodi, langattoman verkon tuki, useampi kieli, helppo ja nopea asennus, automaattinen päivitys, 1080p-teräväpiirtotoiston tuki. Se sisältää myös sääpalvelun, kuvapalvelun ja musiikkipalvelun. Raspbmc-käyttöä varten tarvitaan Raspberry Pi -tietokone, paristot tai muu virtalähde, SD-muistikortti, jossa on vähintään 2 GB tilaa, kiinteä verkko alkuperäistä asennusta varten (muulloin ei välttämätön), ja HDMI-kaapeli tai RCA-videokaapeli, jossa on 3,5 mm:n äänikaapeli. [9.] [10.]

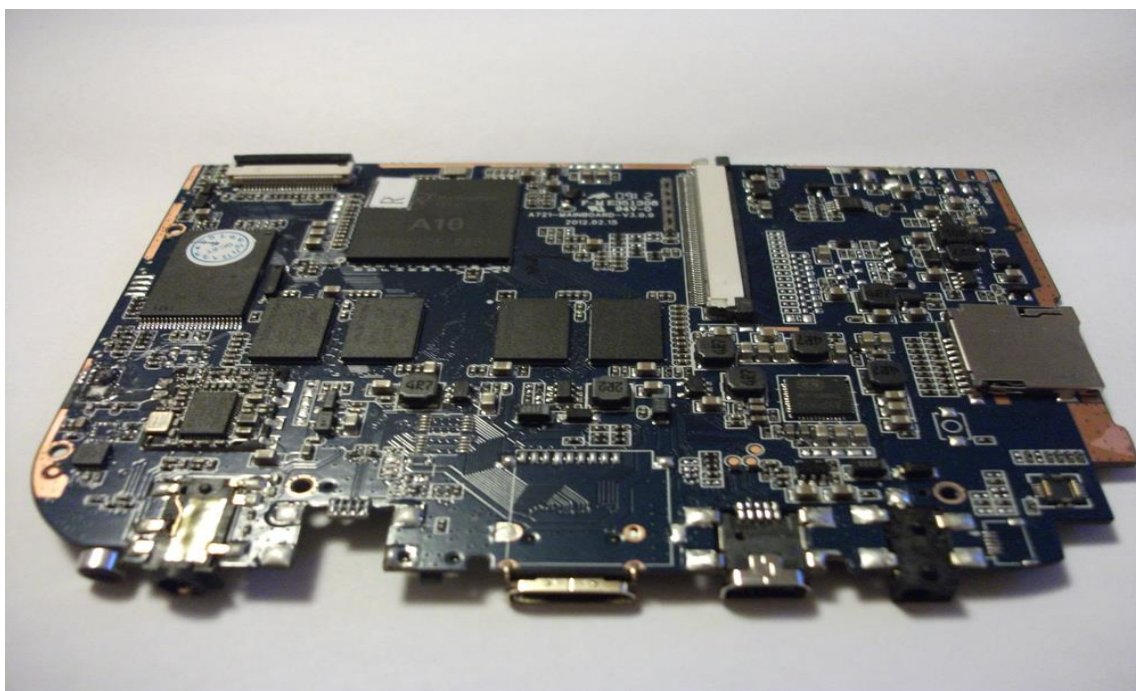
2.3 Raspberry Pi:n kilpailijat

Niin kuin kaikilla tuotteilla, myös Raspberry Pi:llä on omat kilpailijansa. Markkinoilla on useampikin Raspberry Pi:n tyyppinen tietokone, mutta kuitenkin kaikki eroavat toisistaan jollain tavalla. Tosiasia on se, että Raspberry Pi on erittäin suosittu pientietokone sen edullisuuden ja helppouden vuoksi, mutta alla on listattu joitakin muita pientietokoneita, jotka ovat ominaisuuksiltaan ja hinnaltaan samaa luokkaa kuin Raspberry Pi Model B. Kaikki tässä työssä esiintyvät hintatiedot on tarkistettu viimeksi tammikuussa 2014. [11.]

GOOSEBERRY

Gooseberryn hinta on 63 dollaria, ja koska hinta ei eroa paljon Raspberry Pi:sta, sitä onkin paljon markkinoitu vaihtoehtona Raspberry Pi -tietokoneelle. Gooseberry käyttää Android 4.0 Ice Cream Sandwich -käyttöjärjestelmää, ja sillä on yksi yhden gigahertsin A10 prosessori, 400 MHz:n grafiikkaprosessori ja 4 GB tallennustilaa piirilevyllä. Gooseberry, toisin kuin Raspberry Pi -tietokone, tukee langatonta verkkoa ja piirilevyllä on yksi mini-USB-portti, HDMI-lähtö ja paikka SD-muistikortille, jolla saadaan jopa 32 GB muistia.

Gooseberry, esitetty kuvassa 2, tukee myös äänentoistoa, mutta ei kuitenkaan yhtä hyvin kuin Raspberry Pi. Kooltaan se on vähän isompi kuin Raspberry Pi -tietokone, mutta ohuempi. Se on tarkoitettu enemmän viihdekäyttöön kuin kehitystyöhön. Se on helppo kytkeä USB-johdolla suoraan tietokoneen näyttöön, mutta se ei kuitenkaan ole yhtä joustava kuin Raspberry Pi. [12.] [13.] [14.]



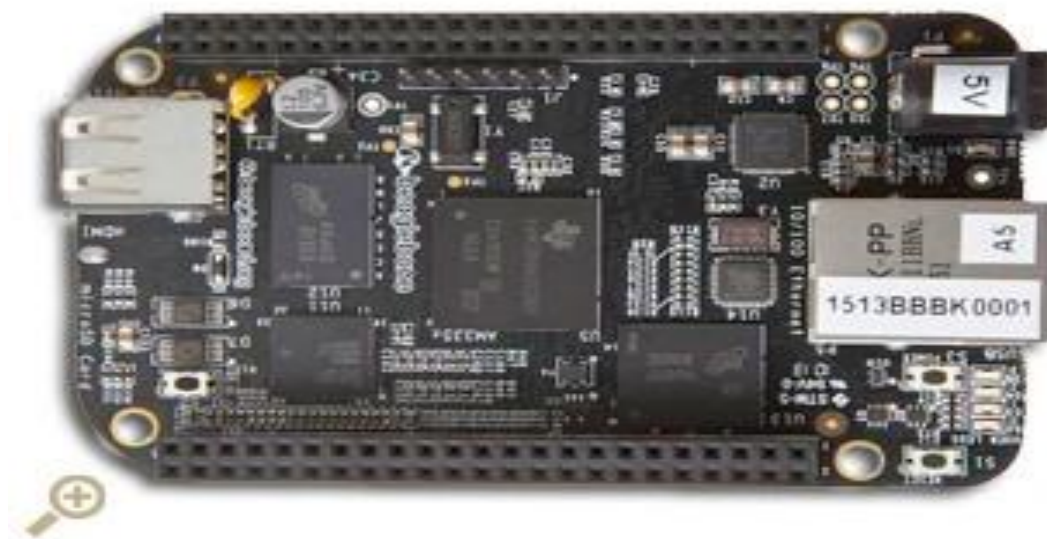
Kuva 2. Gooseberry [15]

BEAGLEBONE BLACK

Ulkonäöltään hyvin samankaltainen kuin RasPi, BeagleBone Black (kuva 3), on yksi neljästä BeagleBoard-mallista. Se on perusversio niistä neljästä, ja sen hinta on vain 45 \$. BeagleBone Black kykenee ajamaan sekä Linuxia että Androidia. Prosessorina toimii 1 GHz ARM Cor-

tex-AS, ja grafiikkaprosessorina on Imagination Technologies PowerVR SGX 2D/3D, ja se tukee kahta näyttöä. Muistia on 512 MB. Piirilevyllä on myös mikroHDMI-lähtö, 2 GB tallennustilaa ja USB-portti. Näin kuin kaikki muutkin pientietokoneet, myös tämä vaatii oheislaitteet, muun muassa hiiren, näppäimistön, näytön ja virtajohdon. BeagleBone Black käynnistyy nopeasti, ja sen saa käyttövalmiiksi viidessä minuutissa.

Alkuperäinen BeagleBoard-tietokone on vanhempi kuin Raspberry Pi, mutta Black-versio on kuitenkin uudempi, ja se näyttää olevan suunniteltu samoille markkinoille kuin RasPi. Se on myös tarkoitettu sekä harrastus- että kehitystyöhön. BeagleBone Black -tietokoneen virrankulutusta pidetään suhteellisen pienenä; verrattuna RaspBerry Pi Model B:hen se on puolet pienempi. [12.] [16.] [17.] [18.]



Kuva 3. Beagle Bone Black [19]

UTILITE VALUE

Vuonna 2013 CompuLab julkaisi pientietokoneen nimeltään Utilite. Tuotteesta on kolme eri mallia, Utilite Value, Utilite Standard ja Utilite Pro. Hinnan vuoksi keskitytään ainoastaan ensimmäiseen, koska loput kaksi ovat huomattavasti kalliimpia kuin Raspberry Pi Model B, ja tämän vuoksi eivät kilpaile samoilla markkinoilla. Taulukossa 2 kuitenkin esitetään kaikkien kolmen mallin perusominaisuudet.

Taulukko 2. Utiliten kolmen eri pientietokoneen mallin perusominaisuudet [20]

	Utilite Value	Utilite Standard	Utilite Pro
CPU	Freescale i.MX6 single-core Cortex-A9 @1 GHz	Freescale i.MX6 dual-core Cortex-A9 @1 GHz	Freescale i.MX6 quad-core Cortex-A9 @1,2 GHz
RAM	512 MB	2 GB	2 GB
Storage	Micro-SD 4 GB	Micro-SD 8 GB	SATA SSD 32 GB
Display	HDMI	dual head HDMI + DVI	dual head HDMI + DVI
LAN	GbE	2 x GbE	2 x GbE
Wireless	*****	WiFi + Bluetooth	WiFi + Bluetooth
USB	4 x USB 2.0 host + USB OTG	4 x USB 2.0 host + USB OTG	4 x USB 2.0 host + USB OTG
Price	99 \$	159 \$	219 \$

Utilite Valuen tekniikka perustuu Freescale i.MX6 -yhden piirin systeemiin, jossa on ARM Cortex-A9-prosessori ja 512 MB keskusmuistia. Tämän lisäksi laitteelta löytyy Ethernet-portti, neljä 2.0 USB-porttia, yksi USB OTG -portti, I/O-liitäntämahdollisuudet ja HDMI-lähtö. Käyttöjärjestelmistä se käyttää sekä Androidia että Linuxia. CompuLab on luvannut toimittaa käyttöjärjestelmät, jotka tukevat monipuolista multimediakäyttöä ja pöytäkonekemusta. Vaikka kyseessä on perusmalli, on se silti reilusti kalliimpi kuin Raspberry Pi Model B. Utiliten pientietokone on esitetty kuvassa 4. [20.] [21.]



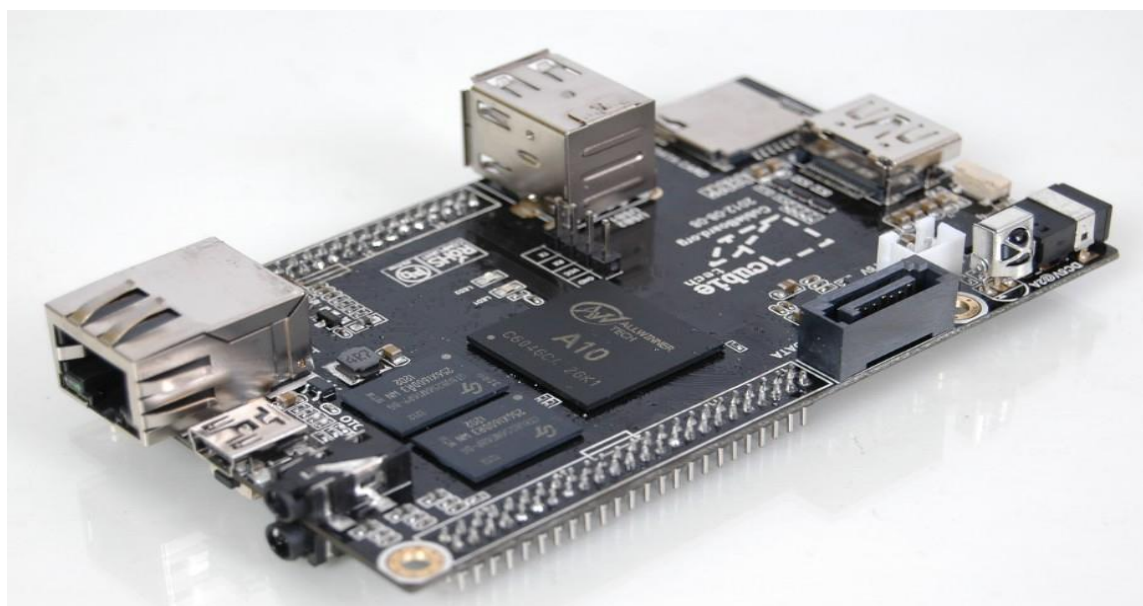
Kuva 4. Utilite [20]

CUBIEBOARD

Cubieboard on yhden piirilevyn tietokone, joka on valmistettu Kiinassa. Se omaa hitusen paremmat ominaisuudet kuin Raspberry Pi, ja siitä syystä se on vähän kalliimpi. Se on rakennettu AllWinner A10 -piirin ympärille, jota käyttää moni kiinalainen taulutietokoneiden valmistaja. A10 on SoC:iin perustuva yhden gigahertsin ARM Cortex-A8 ja Mali-400 videoprosessori. Koska se toimii suositulla Ubuntu Linux -jakelella, se on hieman paremmassa asemassa kuin Raspberry Pi, sillä Ubuntu on tällä hetkellä suunniteltu enemmän ARMv7:lle, mitä Cortex-A8 tukee. Raspberry Pi taas käyttää ARM11-ydintä, joka puolestaan käyttää v6-arkkitehtuuria, joka ei ole enää niin suosittu Ubuntu-ympäristössä. [22.] [24.]

Cubieboardilla on myös enemmän keskusmuistia, ja sen valmistajansa mukaan se pystyy paremmin tukemaan kasvavaa Ubuntu-ympäristöä. Muita ominaisuuksia ovat HDMI-lähtö, Ethernet-portti, 4 GB muisti, kaksi USB-porttia, yksi SD-kortin paikka ja yksi SATA-portti. Cubieboardista on toinenkin malli Cubieboard 2. Se eroaa ensimmäisestä niin, että toimii AllWinner A20:lla A10:n sijasta. [22.] [23.]

Cubieboard (kuva 5) on ilman muuta kova kilpailija Raspberry Pillem, sen Ubuntu-ympäristön vuoksi. Ehkä juuri tämän takia on Raspberry Pillem kehitetty oma käyttöjärjestelmä Raspbian, joka on suunniteltu vain ja ainoastaan Raspberry Pi -tietokoneille. Näin ollen se ei joudu kilpailemaan muiden pientietokoneiden kanssa. Ei ainakaan siinä asiassa.



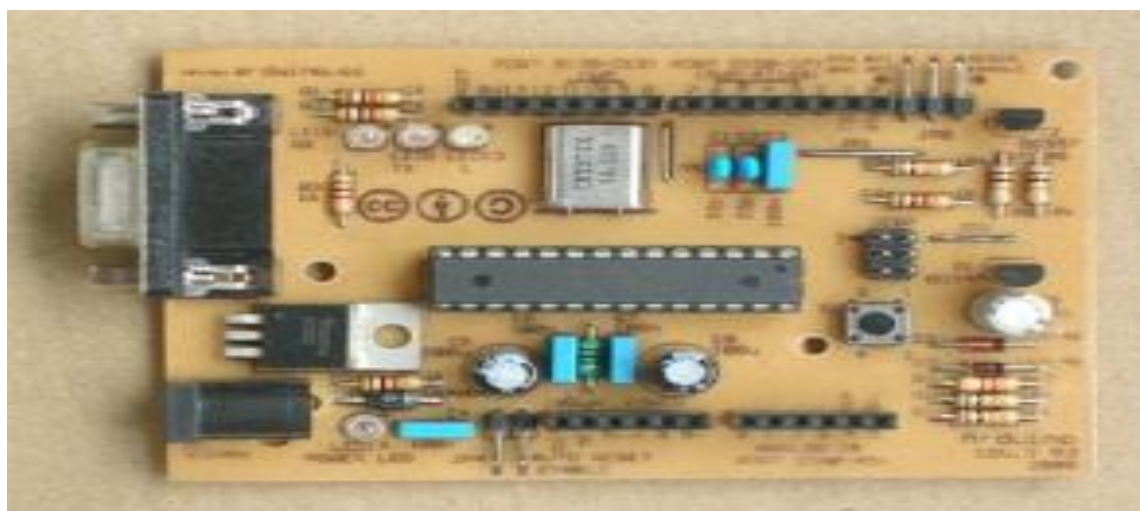
Kuva 5. Cubieboard [23]

ARDUINO

Arduino-alusta on avoimen lähdekoodin periaatteella kehitetty mikrokontrollerikehitysalusta. Se eroaa muista samantyyppisistä tuotteista siksi, että myös sen laitteisto on vapaasti jaossa. Tarkoittaa sitä, että mikäli valmiin kehitysalustan ostaminen ei kiinnosta, jokainen voi rakentaa sen itse; kaikki Arduino-alustojen kytkentäkaaviot ovat vapaasti ladattavissa. [25.]

Arduino-alustoja on useampi eri malli, ja riippuen ominaisuuksista hinta vaihtelee 12 eurosta 189 euroon. Perusmalli on samassa hintaluokassa kuin Raspberry Pi. Arduino-alustojen käyttö soveltuu hyvin aloittelijoille, sillä koodin ja ohjeiden jakaminen on esteetöntä, ja valmista koodia löytyy paljon. Arduino käyttää Atmelin AVR-mikrokontrollereita, ja tärkeänä pidetään helppokäyttöisyyttä ja yhteensopivuutta ohjelmointiympäristön kanssa. [26.] [27.]

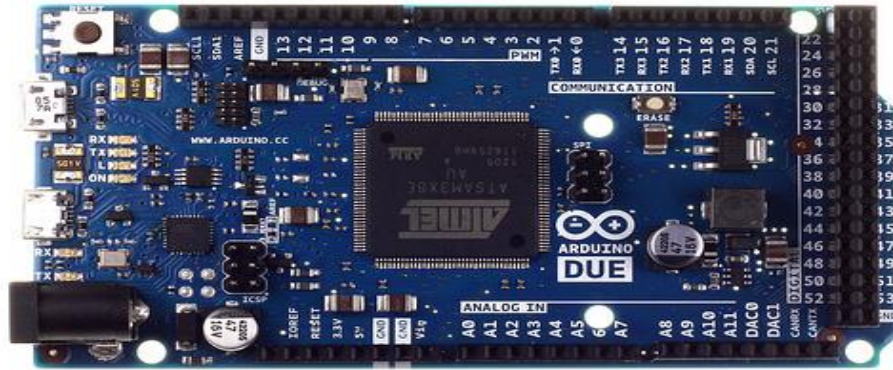
Arduinon kotisivulta löytyvät kaikki ohjeet ja kuvan 6 tyyppiset kuvat oman alustan rakentamiseen. Sen jälkeen kun oma alusta on ostettu tai rakennettu, alustalla voi tehdä niin yksinkertaisia kuin vaativiakin sovelluksia, valojen vilkuttamisesta robottisovellutuksiin asti. Ohjelmointityökalu nimeltään Arduino IDE on ilmaiseksi ladattava, ja se on saatavilla Windows-, Linux- ja Mac OS X -käyttöjärjestelmille. Työkalun avulla on helppo päästä alkuun. [26.]



Kuva 6. Arduino-alustan piirilevy [25]

Laajan valikoiman, monipuolisuuden ja helposti saatavan tiedon perusteella Arduino-alustoja voidaan pitää hyvinä kilpailijoina Raspberry Pilte. Juuri laajan valikoiman vuoksi alustojen

tarkat spesifikaatiot jätetään mainitsematta, koska on hankala valita vain yksi alusta. Yhtä hankala olisi kertoa kaikista alustoista. Asiasta kiinnostunut löytää kuitenkin kaikki haluamansa tiedot helposti Internetistä, esimerkiksi Arduinon omilta sivuilta. Kuvaan 7 valittiin kuitenkin Arduino Due -alusta.



Kuva 7. Arduino Due [28]

3 RASPBERRY PI -TIETOKONEEN KÄYTTÖÖNOTTO

Tässä osiossa tutustutaan tarkemmin Raspberry Pi -tietokoneen käyttöönottoon. Ensin käydään läpi oheislaitteet, joita tullaan käyttämään yhdessä Raspberry Pi -tietokoneen kanssa. Sen jälkeen asennetaan käyttöjärjestelmät Raspbian ja Raspbmc, ja tutkitaan, mitä kaikkea ne tarjoavat käyttäjälle. Tässä osiossa tutustutaan myös erilaisiin sovelluksiin, käyttömahdollisuuksiin ja jo valmiiksi tehtyihin projekteihin. Lopussa Raspberry Pi -tietokoneeseen liitetään Gertoboard-alusta, ja näitä kahta käytetään sitten LED-valojen ja moottorin ohjaukseen.

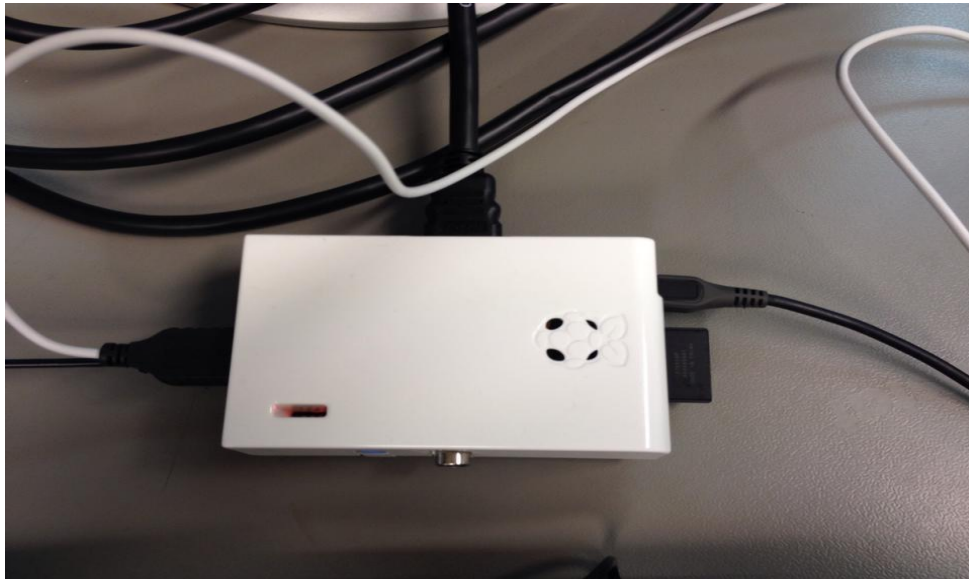
3.1 Oheislaitteet

Raspberry Pi Model B -tietokoneen lisäksi tässä työssä tarvittiin myös näyttö, DVI-johto, USB-johto (tässä tapauksessa Nokian puhelimen laturijohto), SDHC-muistikortti, hiiri ja näppäimistö. DVI-johdon HDMI-liitin kytketään RasPi:n HDMI-tuloon ja johdon digitaali-liitin näytön digitaalituloon. USB-johdolla saadaan Raspberry Pi:lle virtaa, tässä tapauksessa toisen tietokoneen keskusyksiköstä USB-paikasta, mutta voi myös käyttää sopivaa puhelimen laturia. Muistikortti on laitettu sille varatulle paikalle. Hiiri ja näppäimistö kytketään USB-johdolla, sopivasti kahteen kortilla olevaan USB-paikkaan (kuva 8).



Kuva 8. Työssä käytetyt oheislaitteet

Laite käynnistyy heti virtajohtoon kytkemisen jälkeen ja sammuu, kun virtajohto otetaan laitteesta pois. Kuvasta 8 nähdään myös, mitä näytölle tulee laitteen käynnistyttyä. Raspberry Pi:lle on myös tehty erilaisia koteluita ja tässäkin työssä on ollut sellainen käytössä, kuva 9. Kotelo suojaa hyvin piirilevyä esimerkiksi pölyltä, kosteudelta tai iskuilta. Kotelo on hyödyllinen varsinkin, jos laitetta käytetään ulkoilmassa.



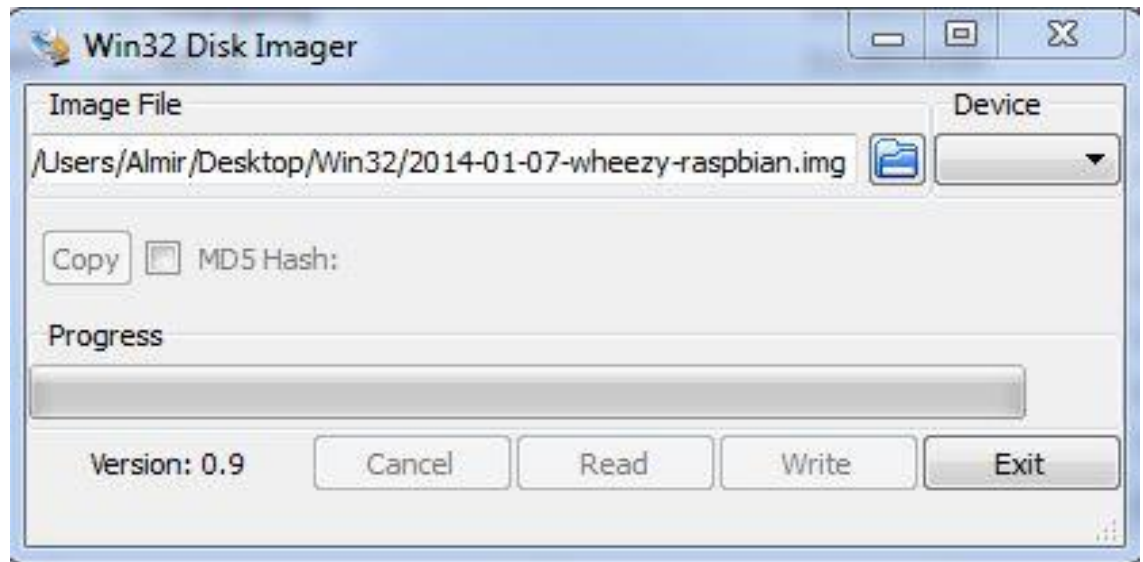
Kuva 9. Raspberry Pi kotelossa

3.2 Raspbian-käyttöjärjestelmän asennus ja käyttö

Kuvassa 8 on esitetty tila, johon Raspberry Pi pysähtyy, mikäli käyttöjärjestelmä Raspbiania ei ole asennettu. Käyttöjärjestelmän asennusta varten tarvitaan SDHC-muistikortti, pöytä- tai kannettava tietokone, jossa on SDHC-kortti paikka, tai sitten tarvitaan erillinen kortinlukija. Tietokoneelle asennetaan ensin ohjelma nimeltään Win32DiskImager. Tämä ohjelma on ilmainen ja sitä tarvitaan, jotta voidaan asentaa Raspbianin levykuva muistikortille. Win32DiskImager-ohjelman tarkat asennusohjeet löytyvät liitteestä 1. Ohjelma tallennetaan omalle tietokoneelle. Tämän jälkeen tallennetaan Raspberrypi.org-sivustolta Raspbian-levykuva omalle tietokoneelle. Itse voi päättää, mihin sen haluaa tallentaa. Tarkat ohjeet löytyvät myös liitteestä 1.

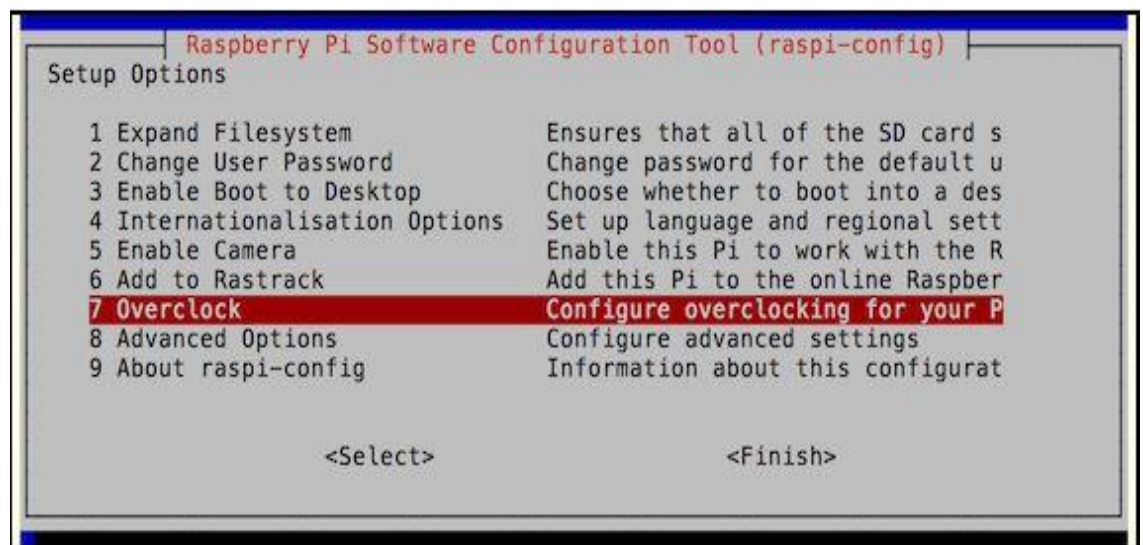
Tämän jälkeen käynnistetään Win32Diskimager-ohjelma, jolloin avautuu kuvan 10 mukainen ikkuna. Valitaan muistikortti kirjoituspaikaksi ja image file -kenttään ladataan Raspbian-

levykuva ja tämän jälkeen valitaan write-kohta. Kun levykuvan tallennus SDHC-muistikortille on valmis, näytölle ilmestyy teksti "write succesful".



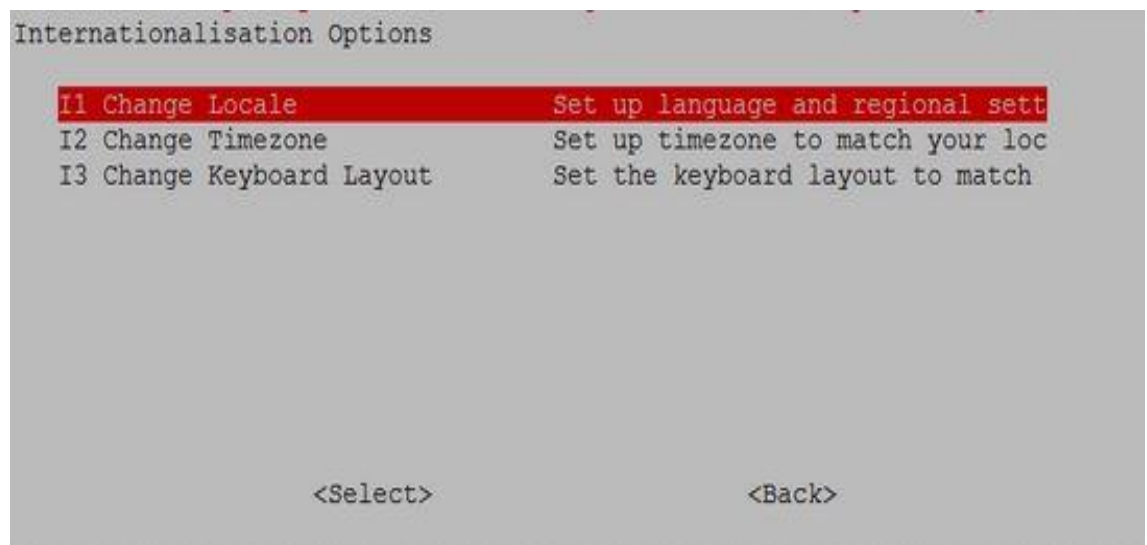
Kuva 10. Raspbian-levykuvan tallennus SDHC-muistikortille

Sen jälkeen kun Raspbian-levykuva on tallennettu muistikortille, muistikortti irrotetaan ja laitetaan takaisin Raspberry Pi -tietokoneeseen ja laite käynnistetään. Hetken kuluttua näytölle ilmestyy kuvan 11 mukainen teksti. Kyseessä on Raspberry Pi -asennusten valikko, jossa pystyy muuttamaan asetuksia, kuten tallennustila, salasana, aika ja paikka, näppäimistö ja Rastrack-käyttö. Tärkeimmät asetukset käydään tässä osiossa läpi, loput liitteessä 2.



Kuva 11. Raspberry Pi -tietokoneen asetukset

Raspberry Pi -tietokoneen ensikäynnistyksen yhteydessä kannattaa ainakin asetukset 1 ja 4 laittaa kuntoon. Valitsemalla kohdan 1, expand filesystem, varmistetaan, että SD-kortin koko muistitila on Raspberry Pi -tietokoneen käytössä. Valinnan jälkeen näytölle ilmestyy vahvistus asetuksen muutoksesta, joka tulee voimaan kuitenkin seuraavan käynnistyksen yhteydessä. Seuraavaksi muutetaan kansainvälistymisasetuksia, kohta 4. Valitsemalla tämä kohta saadaan kuvan 12 mukainen teksti, josta nähdään, että tässä voidaan muuttaa lokalisaatio-, aikavyöhyke- ja näppäimistöasetuksia.



Kuva 12. Kansainvälistymisasetukset

Kun on valittu kohta change locale, ruudulle ilmestyy pitkä lista maa-asetuksia. Suomessa kannattaa valita asetus fi_FI.UTF-8, valinta tapahtuu välilyönnillä. Tämä muuttaa yleiset asiat suomenkieliseksi. Muut yleiset maa-asetukset, kuten gb_GB.UTF-8, kannattaa myös pitää valittuna. Tämän jälkeen valitaan OK ja palataan kuvassa 12 olevaan valikkoon. Seuraavaksi valitaan change timezone -kohta ja ruudulle ilmestyneestä listasta aikavyöhykkeeksi valitaan Helsinki, lopuksi valitaan OK. [29.]

Viimeisenä muutetaan näppäimistöasetuksia, eli valitaan change keyboard layout -kohta ja sieltä sitten omaa näppäimistöä vastaava vaihtoehto. Kun nämä muutokset asetuksiin on tehty, palataan kuvassa 11 olevaan päävalikkoon ja alareunasta valitaan Finish, minkä jälkeen Raspberry Pi jatkaa käynnistymistä ja kuvan 13 mukainen teksti ilmestyy ruudulle. [29.]

```

login as: pi
pi@my-raspberry-pi's password:
Linux greenhouse 3.2.27+ #307 PREEMPT Mon Nov 26 23:22:29 GMT 2012 armv6l

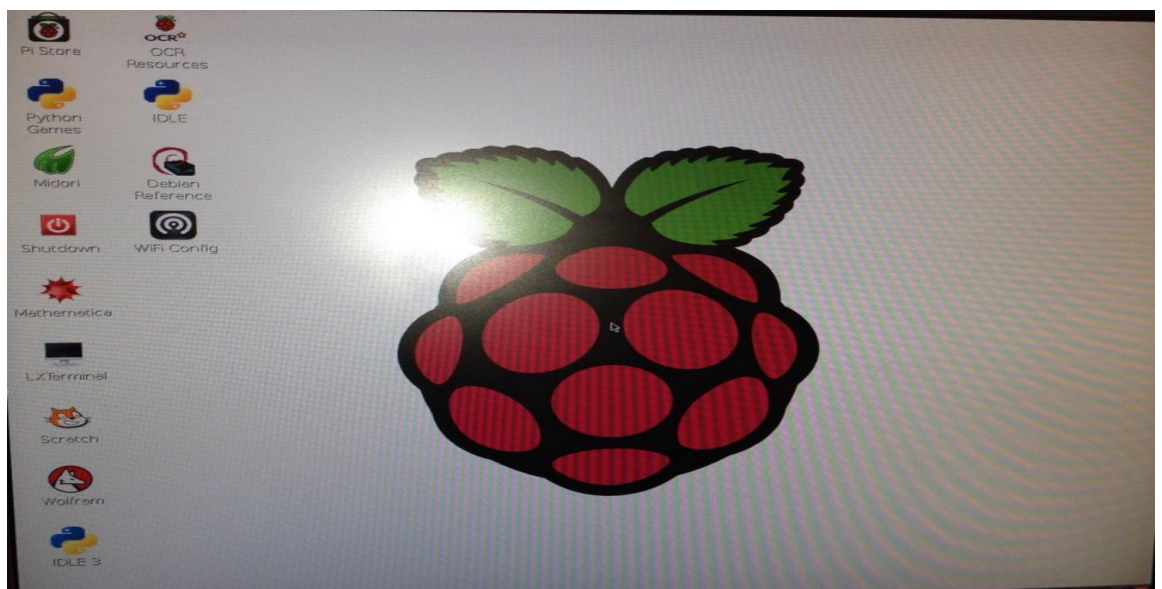
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Feb  4 13:07:45 2013 from 172.21.93.2
pi@my-raspberry-pi ~ $ █

```

Kuva 13. Kirjautuminen Raspbian-käyttöjärjestelmään

Käyttöjärjestelmä vaatii kirjautumistunnuksen ja salasanan. Kaikissa Raspberry Pi -laitteissa kirjatun tunnus (login) on pi ja salasana on raspberry. Kun nämä on annettu, ruutu pysyy edelleen Linuxin komentorivinä, eli ruudussa näkyy pi@raspberrypi ~\$ -teksti. Tähän voi suoraan kirjoittaa käskyjä, mutta monelle tutumpi näyttö saadaan kirjoittamalla tähän startx-käskyn ja painamalla enter-näppiä, mikä käynnistää graafisen käyttöliittymän, kuva 14.



Kuva 14. Raspbian-käyttöjärjestelmän ensimmäinen käynnistys

Kuvasta 14 nähdään, mitä kaikkea Raspbian tarjoaa sen käyttäjille, ja seuraavaksi tutustutaan muutamaa hyödylliseen ja olennaiseen asiaan.

3.2.1 LXTerminal

LXTerminal on LXDE:n vakio pääte-emulaattori, ja näin ollen se löytyy myös Raspbian-käyttöjärjestelmästä. LXTerminal tukee yleisiä käskyjä kuten `cp`, `cd`, `dir`, `mkdir` ja `mkdir`. Se pystyy myös piilottamaan valikkorivin tilan säästämiseksi. Muita muutoksia pystyy tekemään Edit-kohdasta. LXTerminal voi vaikuttaa alussa hankalalta, ja sen ymmärtäminen vaatii käyttöä, mutta alla on lueteltu peruskäskyjä, joilla pääsee alkuun. [30.]

- **pwd**, antaa tiedon sen hetken hakemistosta
- **ls**, näyttää tiedostot sen hetken hakemistossa
- **cd**, sallii hakemiston vaihtamisen
- **mv**, siirtää tiedoston eri paikkaan
- **rm**, siirtää tai poistaa tiedoston
- **mkdir**, luo hakemistoja
- **cal**, näyttää kalenterin
- **free**, näyttää käytetyn ja vapaan muistin
- **./tiedosto.pääte**, avaa tiedoston LXTerminalia käyttäen
- **man**, man-käskyn avulla saadaan muiden käskyjen ohjeet esille, esim. `man mkdir`, antaa `mkdir`-käskyn käyttöohjeet
- **sudo**, käyttöön tarvitaan ylläpitäjän oikeudet, sen avulla tehdään muutoksia järjestelmään, tulee käyttää huolellisesti
- **sudo raspi-config**, tuo esille asetusten päävalikon
- **sudo !!**, toistaa edellisen käskyn, toimii vain jos edellinen käsky on ollut `sudo`-käsky.

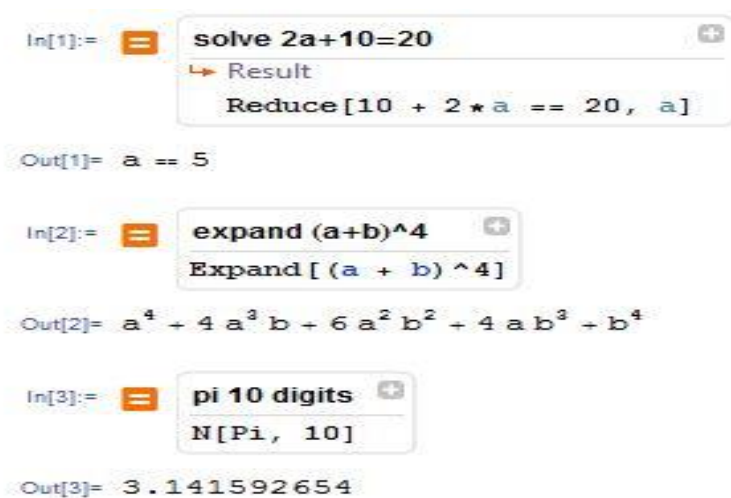
3.2.2 Mathematica

Mathematica on Wolfram Research -yhtiön kehittämä laskentaohjelama, ja se löytyy myös Raspbian-käyttöjärjestelmän tarjonnasta. Vuonna 1988 julkaistu ohjelma tarkoitettiin lähinnä symboliseen laskentaan, kuten yhtälöiden ratkaisemiseen ja derivointiin. Ohjelma on sittemmin kasvanut hyvin monipuoliseksi, ja tämän hetken versiolla 9 pystyy tekemään niin peruslaskuja kuin monimutkaisia matemaattisia sovelluksia, muun muassa monikertaiset integraalilaskut ja Fourier-muunnokset. Mathematica tarjoaa myös työkalut simulointiin ja tulosten havainnointiin. [31.] [32.] [33.]

Mathematican päätoiminnot voidaan esittää seuraavasti:

- symbolinen laskenta ja numeerinen laskenta
- matemaattinen grafiikka
- laskentadokumentointi
- matemaattinen tekstinkäsittely
- animaatiot ja demonstraatiot.

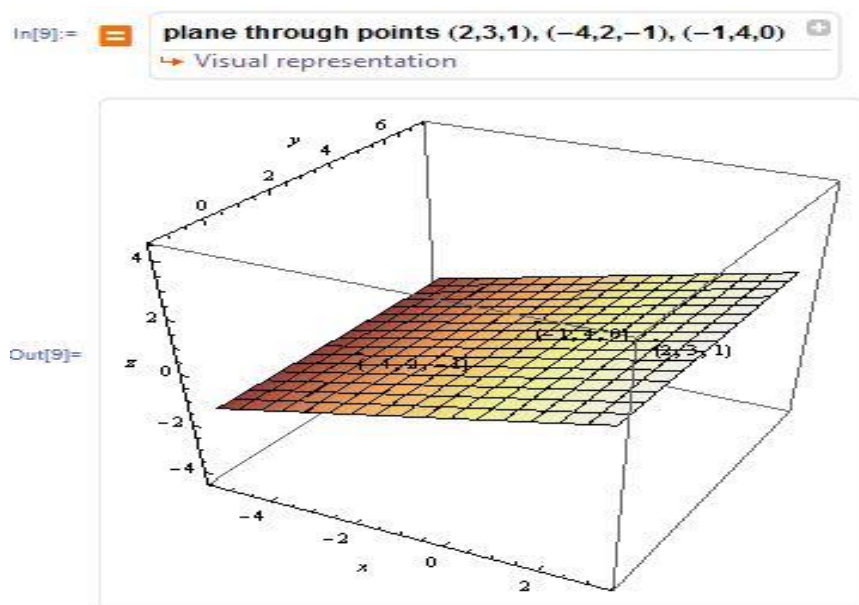
Mathematican vahvuuksiin kuuluu myös näiden toimintojen liittäminen yhdeksi kokonaisuudeksi. Mathematican käyttö Raspberry Pi -tietokoneella vaatii Internet-yhteyden. Seuraavaksi esitetään laskentaesimerkkejä, joita tehtiin käyttämällä Mathematicaa. [33.]



Kuva 15. Mathematica-esimerkki 1

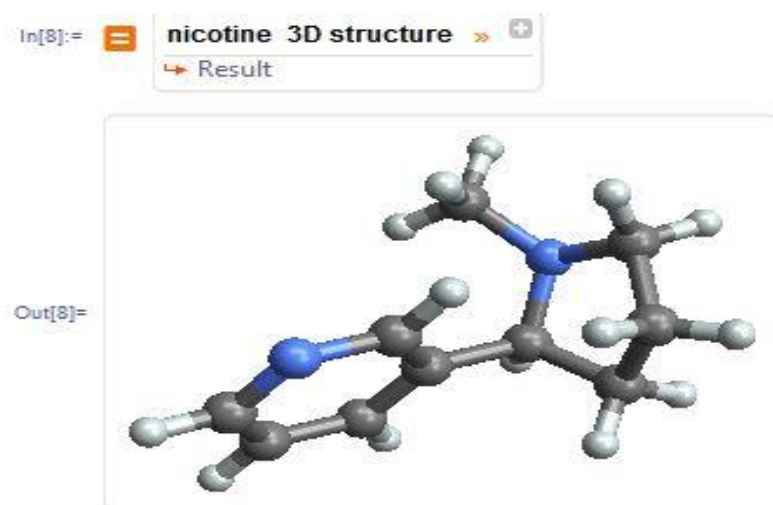
Esimerkissä 1 tehdään kolme yksinkertaista matemaattista toimintoa. Ensimmäisessä ratkaistaan yhtälö, toisessa avataan sulut ja kolmannessa pyydetään ohjelma ilmoittamaan piin käyttäen kymmenen numeroa.

Esimerkissä 2 (kuva 16) piirretään kolmiulotteinen taso, joka kulkee annettujen pisteiden läpi.



Kuva 16. Mathematica-esimerkki 2

Esimerkissä 3 (kuva 17) käytetään Mathematican monipuolisuutta hyväksi; ilmoittamalla, että halutaan nikotiiniaineen kolmeulotteinen molekyyli rakenne, saadaan kuvan 17 mukainen tulos.

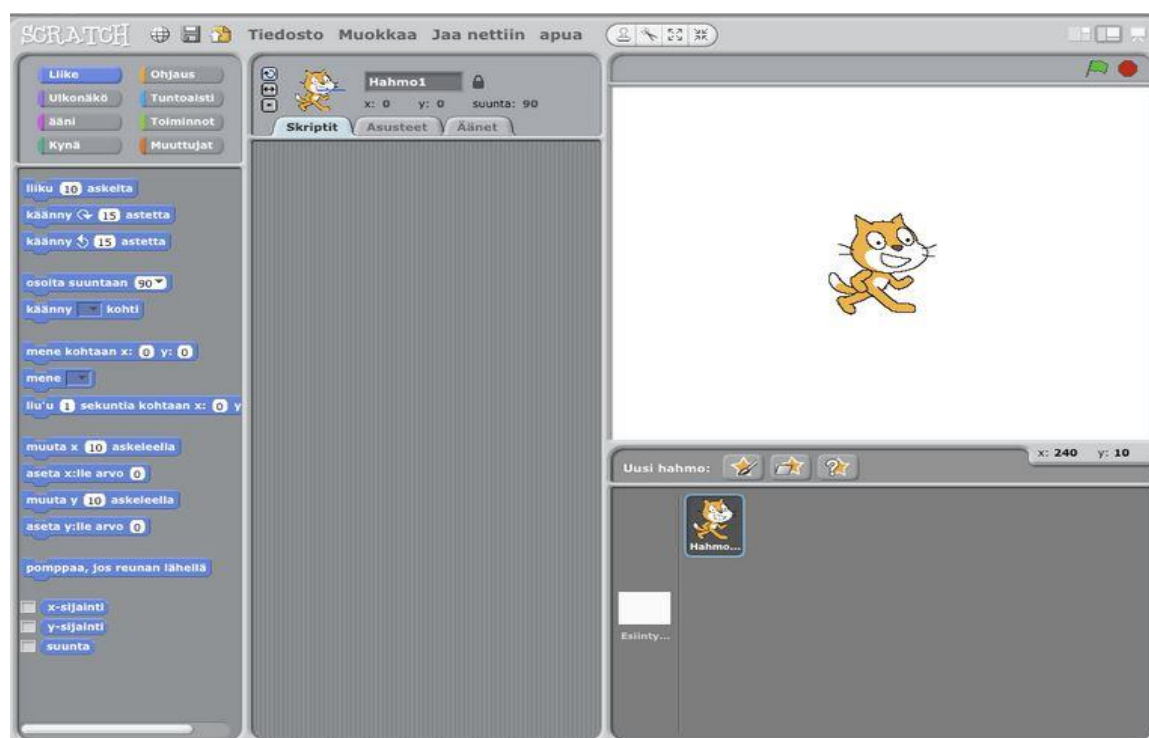


Kuva 17. Mathematica-esimerkki 3

3.2.3 Scratch

Scratch on nuorille tarkoitettu ohjelmointiympäristö, jossa voi suunnitella erilaisia animaatioita, pelejä, musiikkivideoita ja monia muita mediaprojekteja. Scratch on alun perin suunniteltu 8–16-vuotiaille opetusmielessä, ja sen avulla haluttiin saada nuoret innostumaan ohjelmoinnista ja ymmärtämään sen toimintaperiaatteen. Ohjelmasta tuli kuitenkin suosittu myös vanhempien ikäluokkien keskuudessa. Ohjelmointiympäristö Scratch löytyy myös Raspbian-käyttöjärjestelmästä. [34.]

Scratch-ohjelman toimintaperiaate perustuu built-in-työkaluun. Ohjelmointi tapahtuu liittämällä yhteen erilaisia värikkäitä komentolohkoja niin kutsutulle lavalle (engl. stage), kuva 18. Kuvat ja äänet voidaan joko tuoda ohjelmaan, esimerkiksi omasta kansioista tai Internetistä, tai sitten ne voidaan luoda Scratch-ympäristössä. Projektit voidaan lopussa tallentaa järjestelmän kansioon tai jakaa Internetissä. [34.]



Kuva 18. Ohjelmointiympäristö Scratch

Scratch-ympäristö on ilmainen, ja se on saatavilla lähes 50 kielellä. Scratch-kotisivulle on laddattu tähän mennessä yli miljoona projektia ja lisää tulee päivittäin. Kaikki projektit ovat ilmaiseksi saatavilla. Ohjeet löytyvät myös heille, jotka ensimmäistä kertaa käyttävät tätä ympä-

ristöä. Liitteessä 5 on listattu joitakin Internet-sivuja, joiden avulla pääsee toteuttamaan omia projekteja. Kuvassa 19 on esitetty esimerkki Scratch-ohjelman toimintaperiaatteesta.



Kuva 19. Esimerkki Scratch-ohjelman toimintaperiaatteesta

Scratch-ohjelmointikielen lisäksi Raspberry Pi tukee myös seuraavia ohjelmointikieliä:

- C/C++
- Erlang
- HTML5
- Java
- JavaScript
- JQuery
- Perl
- Python.

3.3 Raspbmc-käyttöjärjestelmän asennus ja käyttö

Raspbmc on, toisin kuin Raspbian, enemmän viihdekäyttöön tarkoitettu käyttöjärjestelmä. Se ei ole tarkoitettu opetukseen, ohjelmointiin tai kehitystyöhön kuten Raspbian on, mutta toki sitä voi siihenkin käyttää. Raspbmc on Sam Nazarkon kehittämä ja ilmaiseksi saatavilla, ja se on tarkoitettu käytettäväksi ennen kaikkea sää-, kuva-, video- ja musiikkipalveluun. [9.]

Raspbmc ladattiin ensin raspbmc-kotisivustolta omalle tietokoneelle, ja tämän jälkeen tallennettiin SDHC-muistikortille. Tarkat asennusohjeet on esitetty liitteessä 6. Tämän jälkeen muistikortti laitettiin Raspberry Pi -tietokoneeseen, joka sitten asensi käyttöjärjestelmän. Asennuksen jälkeen käynnistettiin Raspberry Pi -tietokone, ja kuvassa 20 on esitetty Raspbmc-käyttöjärjestelmän päävalikko ensimmäisen käynnistysen jälkeen. Kuvasta nähdään, että järjestelmän kieleksi on valittu jo suomi ja että tässä työn osiossa näyttönä käytettiin tietokoneen näytön sijasta taulutelevisiota. Kytkeäntä on muuten pysynyt samana lukuun ottamatta DVI-johtoa, jonka sijasta käytettiin normaalia HDMI-johtoa.



Kuva 20. Raspbmc-käyttöjärjestelmän ensimmäinen käynnistys

Kuten aikaisemmin on mainittu, ja kuten yllä olevasta kuvasta näkee, Raspbmc on pääsääntöisesti tarkoitettu mediakäyttöön. Sääpalvelun tarjoaa wunderground-sivusto, ja se on heti käytettävissä. Käyttäjän tulee asettaa haluamansa sijainti, ja sääpalvelu tarjoaa sääennusteet; tästä on kerrottu tarkemmin liitteessä 6.

Kuva-, video- ja musiikkipalvelu toimivat kahdella eri tavalla. Tiedostot katselua ja kuuntelua varten voidaan tuoda kytkemällä Raspberry Pi -tietokoneeseen muistitikku, joka sisältää ha-

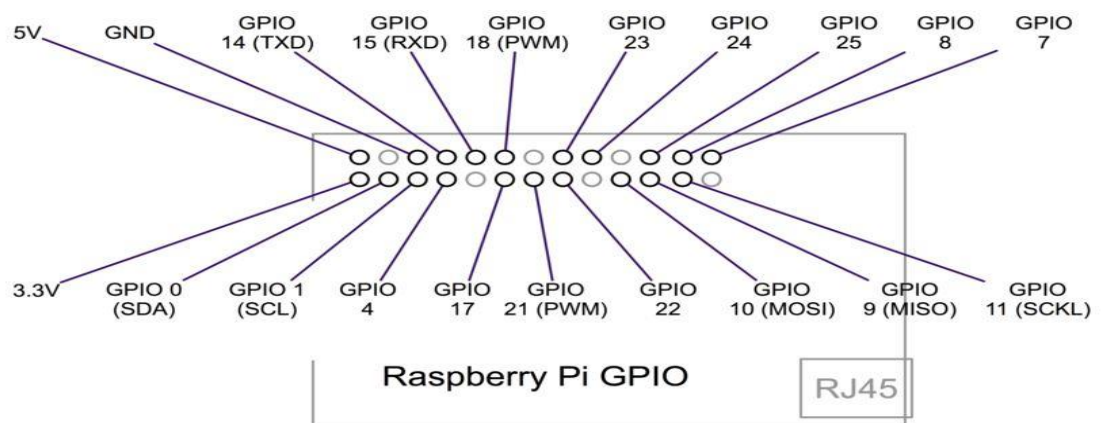
luttuja tiedostoja. Toinen tapa on ladata Raspbmc-järjestelmän tarjoamia radiolähetyksiä, kuvia tai televisio-ohjelmia. Raspbmc-käyttöjärjestelmän palveluista on kerrottu enemmän liitteessä 6.

3.4 Sovellukset ja käyttömahdollisuudet

Tässä osiossa tutustutaan paremmin Raspberry Pi -tietokoneen sovelluksiin ja käyttömahdollisuuksiin. Tässä vaiheessa olennaiseen asemaan nousee Raspberry Pi:n GPIO-väylä, joten ennen kuin mennään varsinaisiin sovelluksiin, tutustutaan tähän väylään ensin.

Yksi parhaista ominaisuuksista Rasperry Pi:n piirilevyllä on GPIO-väylä. Tämä mahdollistaa lisälaitteiden liittämisen piirikortille. Ulkoisten laiteiden liittäminen onnistuu useammalla eri tavalla, joko käyttämällä varsinaisen GPIO-väylän pinnejä, esimerkiksi LED-valojen ohjaukseen, tai sitten käyttämällä I2C-liitäntäperiaatetta, joka sallii laitteiden liittämisen käyttämällä vain kahta ohjauspinniä. Kolmas tapa on SPI-liitäntäperiaate, joka muistuttaa I2C-periaatetta mutta noudattaa eri standardia. [35.]

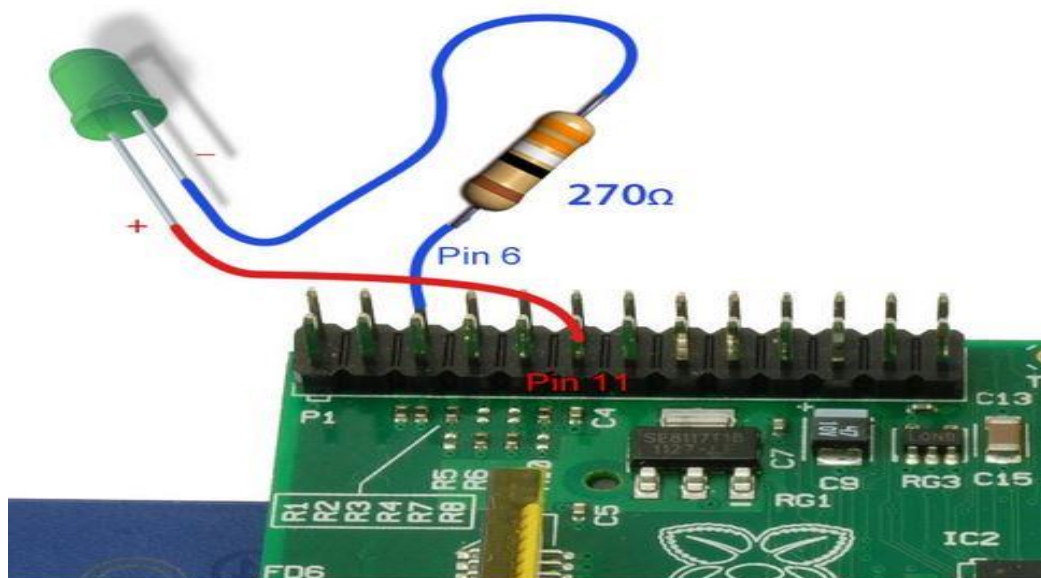
Kuvassa 21 on esitetty GPIO-väylän pinnit. Kaikkia pinnejä voi käyttää joko digitaalisina tuloina tai lähtöinä, mukaan lukien maa. Pinnejä, jotka on merkitty SCL ja SDA, voi käyttää I2C-liitäntään. Pinnejä, jotka on merkitty MOSI, MISO ja SCLK, voi käyttää SPI-laitteiden kytkemiseen. Pinnien lähtötaso on välillä 0–3,3 voltia, ja tulojen ei tule olla suurempia kuin 3,3 voltia.



Kuva 21. Raspberry Pi GPIO-väylän pinnit

Seuraavaksi katsotaan, miten GPIO-väylää on hyödynnetty erilaisissa sovelluksissa.

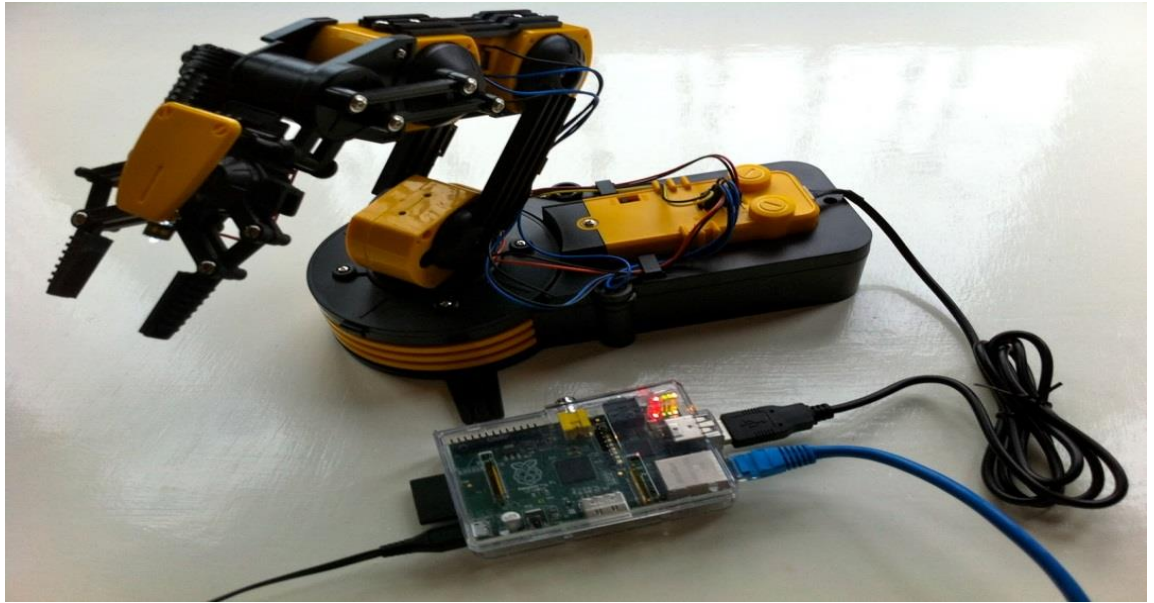
Raspberry Pi -tietokonetta voi käyttää monella eri tavalla, joko yksinään tai yhdessä muiden laitteiden kanssa. Laitetta voi käyttää yksinkertaiseen sovellukseen, jossa vilkutetaan LED-valoja, esitetty kuvassa 22, tai sitten monimutkaiseen robotiikkasovellukseen, jossa ohjataan esimerkiksi robottikättä, kuva 23.



Kuva 22. LED-valon ohjaus Raspberry Pi -tietokoneen GPIO-väylällä [36]

Kuvassa 22 on esitetty yksinkertainen LED-valon ohjaus Raspberry Pi:n GPIO-väylällä. Sovellukseen tarvitaan LED-valo, 270 ohmin vastus ja oikeanlainen ohjelmisto. Ensimmäiseksi asennetaan tarvittava ohjelmisto. LED-valon ohjaukseen tarvitaan wirinPi-ohjelmisto, ja ohjaustyökaluna käytetään suosittua git-työkalua. Näiden kahden asentamiseen avuksi käytetään LXTerminal-ohjelmaa. Kaikki tässä sovelluksessa tarvittavat käskyt on annettu liitteessä 3. Sen jälkeen kun ohjelmisto on asennettu, tehdään kuvan 22 mukainen kytkentä, ja annetaan käsky, joka ohjaa LED-valoa. [36.]

LED-valon ohjausta vaativampi sovellus on robottikäden ohjaus, kuva 23, jossa käytetään Raspberry Pi -tietokoneen GPIO-väylää ja OWI 535 -robottikäden USB-liitintä ohjauksen toteuttamiseen. Ohjeet löytyvät liitteestä 4.



Kuva 23. Robottikäden ohjaus Raspberry Pi -tietokoneen avulla [37]

3.5 Raspberry Pi ja Gertboard

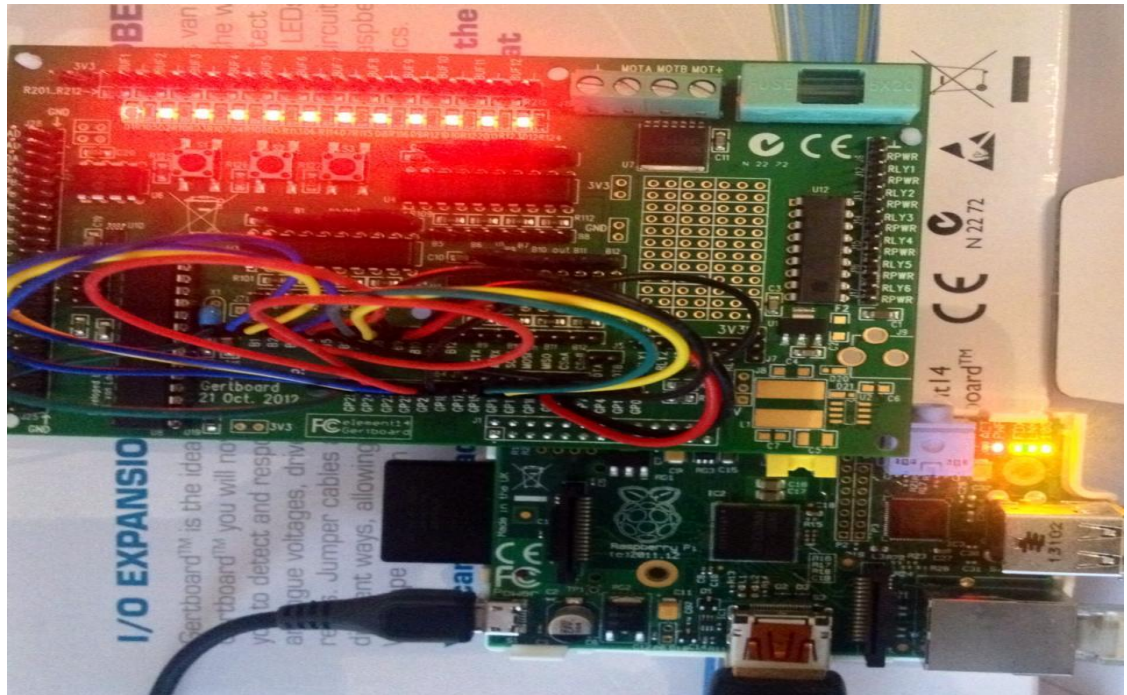
Tässä osiossa Raspberry Pi -tietokoneen jatkoksi liitetään Gertboard-alusta, kuva 24. Gertboard on Raspberry Pi -tietokoneelle tarkoitettu lisäkortti. Se liitetään Raspberry Pi:n GPIO-väylään. Näin ollen Gertboard saa virtansa GPIO-pinneistä, joten virtalähtö pitää olla vähintään yksi ampeeri. Gertboard on hyvin joustava kehitysalusta, joka toimii siltana fyysisen maailman ja Raspberry Pi -tietokoneen välissä. Käyttäen tätä ominaisuutta hyödyksi voidaan helposti ohjata ulkoisia laitteita, kuten moottoreita. Käyttäen Raspberry Pi -tietokonetta voidaan myös ohjata LED-valoja, releitä, tai jumppereiden avulla kytkeä erilaiset kehitysalustan kohdat monella eri tavalla. [38.]

Gertboard-alustalla on: 12 IO-puskuria, 3 kytkintä, 6 NPN-transistorilähtöä, 1 moottoriohjainpiiri, 1 ATMEGA328P, 1 AD-muunnin, 1 DA-muunnin.

Tämän jälkeen Gertboard kytketään Raspberry Pi -tietokoneen GPIO-väylälle, ja käynnistetään Raspberry Pi. Käytössä on Raspbian-käyttöjärjestelmä, ja Internet-yhteys on muodostettu. Kun Raspbian on käynnistetty, avataan LXTerminal ja annetaan seuraavat komennot:

- **wget -O gertboard.zip <http://goo.gl/cLVrt>**, hakee kyseiseltä Internet-sivulta tarvittavat tiedostot ohjausta varten
- **ls -l**, esittää mitä on tallennettu
- **unzip gertboard.zip**, purkaa gertboard.zipin
- **cd gertboard_sw/**, vaihtaa hakemiston
- **ls -l**, näyttää mitä hakemistossa on
- **make all**, muuttaa tiedostot sopivaan muotoon
- **ls -l**
- **ls -l leds***, avaa leds-tiedoston
- **sudo ./leds**, ajaa leds-tiedoston.

Kun kaikki komennot on annettu, näytölle ilmestyy teksti *When ready hit enter*, ja painamalla enter-näppintä LED-valot vilkkuvat noudattaen koodissa määrättyä kuviota (kuva 26).



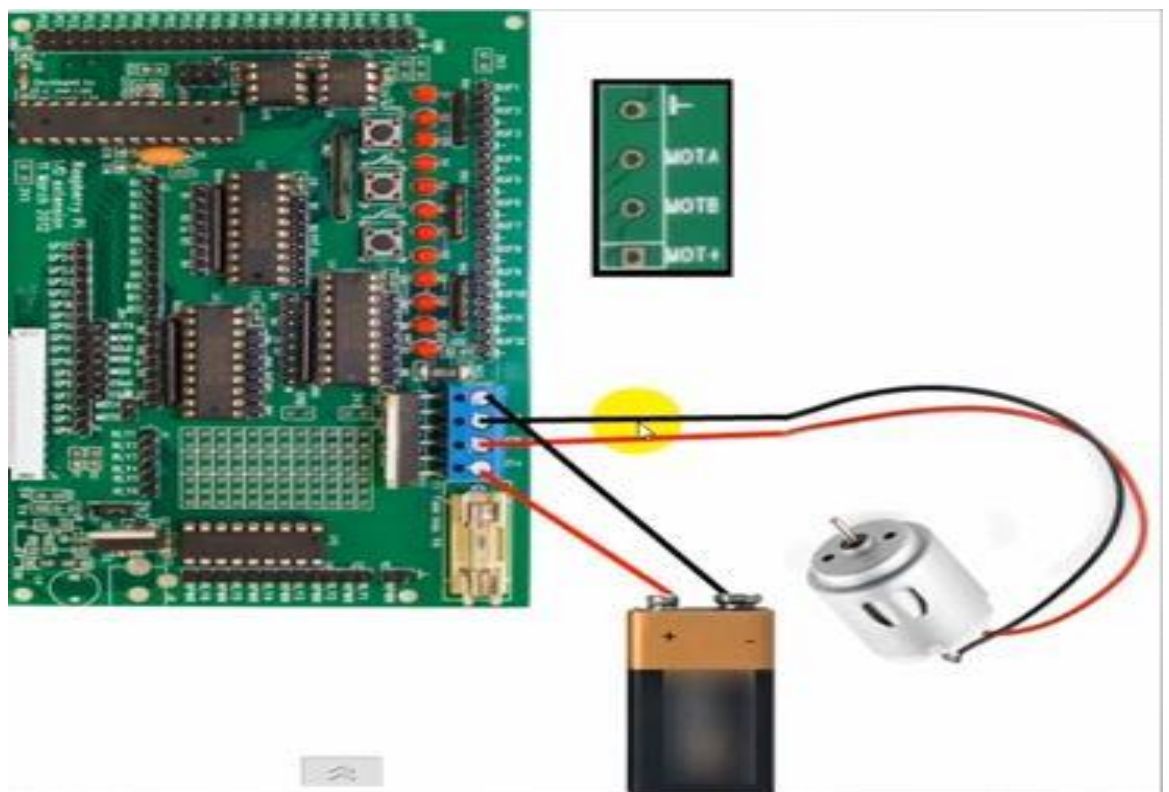
Kuva 26. LED-valojen ohjaus

Muuttamalla koodia leds-tiedostossa voidaan myös muuttaa LED-valojen kuviota. Koko koodi on nähtävissä liitteessä 7. Koska kaikki tiedostot on ensimmäisen kerran jälkeen tallennettu Raspberry Pi -tietokoneelle ja muutettu sopivaan muotoon, seuraavan kerran kun halutaan ohjata LED-valoja, riittää pelkästään komennot:

- **cd gertboard_sw/**, vaihtaa hakemiston
- **sudo ./leds**, ajaa leds-tiedoston

3.5.2 Moottorin ohjaus

Seuraavaksi ohjataan moottoria käyttäen Raspberry Pi -tietokonetta ja Gertboardia. Ensin kytketään moottori ja paristo kuvan 27 mukaisesti Gertboard-alustalle. Pariston sijasta voi käyttää muitakin jännitelähteitä, niin kuin tässä työssä on käytetty.



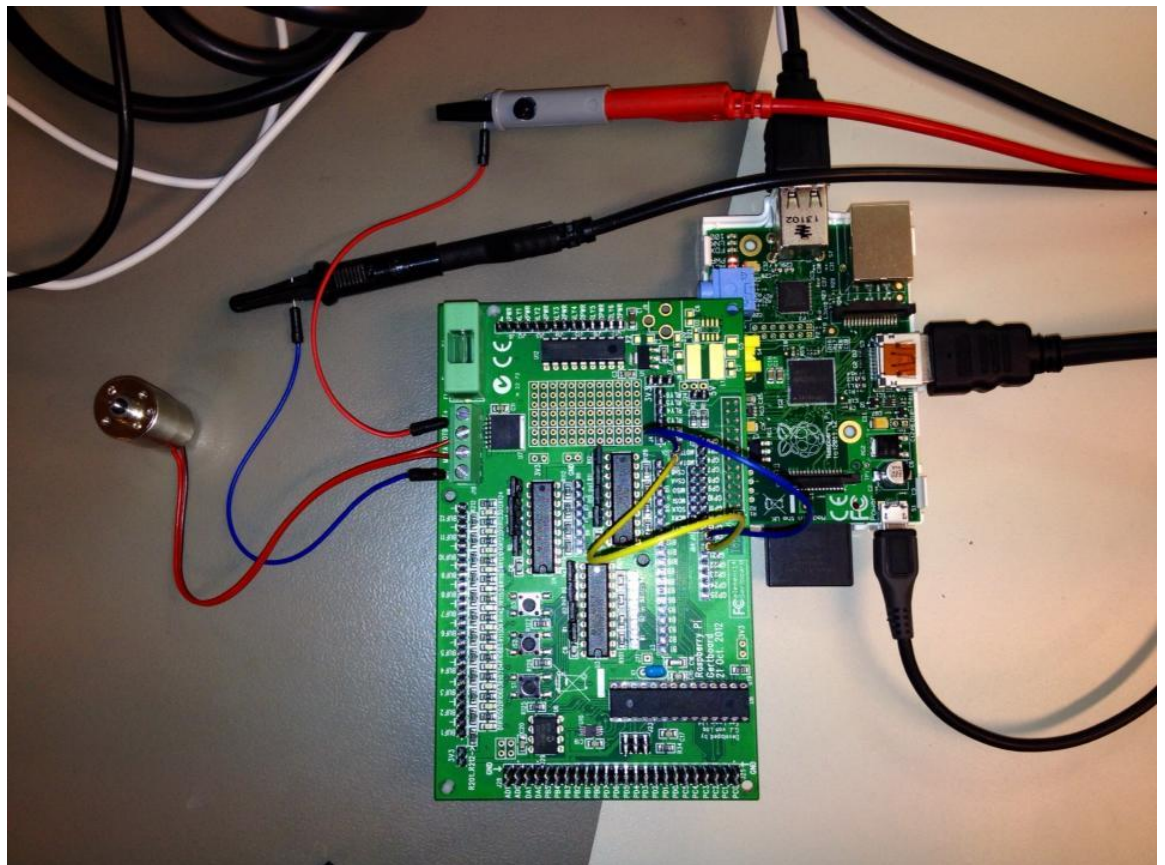
Kuva 27. Moottorin ohjauksen kytkentäkuvio 1

Tämän jälkeen kytketään Gertboard-alustan GP17- ja GP18-pinnit alustan MOTA- ja MOTB-pinneihin. Lopuksi Gertboard kytketään Raspberry Pi -tietokoneen GPIO-väylään ja käynnistetään tietokone. Kirjaututaan Raspbian-käyttöjärjestelmään ja käynnistetään

LXTerminal. LED-valojen ohjauksen yhteydessä haettiin tiedostot ja tallennettiin omalle Raspberry Pi -tietokoneelle. Nämä tiedostot sisältävät jo valmiiksi koodin myös moottorin ohjausta varten. Tiedoston nimi on `motor.c`, ja näin ollen LXTerminaliin kirjoitetaan ainoastaan seuraavat komennot:

- `cd gertboard_sw/`, vaihtaa hakemiston
- `sudo ./motor`, ajaa motor-tiedoston.

Lopuksi painetaan vielä enter-näppäintä, jolloin moottori käynnistyy. Kuvassa 28 on esitetty tässä työssä käytetty kytkentätyyli.



Kuva 28. Moottoriohjauksen kytkentäkuvio 2

Moottorin vauhti muuttuu koodissa määritetyllä tavalla, eli plussa lisää vauhtia ja miinus vähentää. Koodia voi vapaasti muokata, ja koko koodi on esitetty liitteessä 8. Mikäli ei ole mahdollisuutta muodostaa Internet-yhteyttä Raspberry Pi -tietokoneelle, LED-valojen ja moottorin ohjauksen pystyy tekemään niin, että tarvittavat tiedostot tallentaa muistitikulle, ja tämän jälkeen siirtää ne Raspberry Pi -tietokoneelle. Lopuksi noudatetaan LED-valojen ohjauksen LXTerminalin komennot.

4 TYÖN TARKASTELU

Raspberry Pi -tietokone on tarkoitettu nuorille tietotekniikasta kiinnostuneille henkilöille, jotka haluavat oppia ohjelmoimaan tai jotka haluavat laittaa oman ohjelmointitaitonsa testiin. Laite on hyvin monipuolinen, ja laajan yhteisön vuoksi ja ilmaisen lähdekoodin ansiosta sen tarjoamat mahdollisuudet ovat rajoittamattomat. Sen käyttömahdollisuudet ylettyvät perusasioista vaativiin sovelluksiin. Raspberry Pi -tietokoneella voi kuunnella musiikkia, toistaa videoita, selailla Internetiä, pelata pelejä, tehdä omia projekteja, ohjelmistoa ja monta muuta asiaa.

Käyttömahdollisuuksia on tosiaan paljon ja olettaisi, että sen vuoksi laitteen käyttö olisi monimutkaista ja työlästä, mutta ei se niin ole. Raspberry Pi Foundation halusi suunnitella laitteen, jota tietotekniikan aloittelijatkin voisivat käyttää, ja ovat myös onnistuneet siinä asiassa. Esimerkiksi Raspbmc-käyttöjärjestelmän asennus on niin helppo ja yksinkertainen, että toivoisi muidenkin laitteiden ja ohjelmistojen valmistajien ottavan mallia tästä. Samoin ohjelmointiympäristöt, kuten Scratch, ovat hyvin yksinkertaisia ja suunniteltu myös heille, joille ohjelmointi voi tulla uutena asiana. Raspberry Pi Foundation on ehdottomasti onnistunut valmistamaan hyvän laitteen opetustarkoitukseen.

Entä sitten kokeneet käyttäjät? Mitä Raspberry Pi -tietokoneella on heille tarjottavana? Laitteen alkuperäinen tarkoitus oli toimia kouluissa oppimistyökaluna, mutta sen lähdekoodi paisui vain entisestään laajemmaksi, ja vanhemmat ja kokeneemmat tietotekniikasta kiinnostuneet alkoivat tehdä enemmän omia projekteja ja jakaa näitä muille. Näin saatiin Raspberry Pi -tietokoneesta hyvin mielenkiintoinen ja monipuolinen laite. Riittää kun otetaan esimerkiksi Raspbmc-käyttöjärjestelmä; siitä jo nähdään, miten yksi ihminen on saanut omalla toiminnallaan Raspberry Pi:stä viihdyttävän tuotteen. Tällaisia projekteja on tehty tuhansia, ja kaikki ne ovat vapaasti jaettavissa Internetissä.

Itse dokumentin teko ja työn suorittaminen sujuivat ilman suurempia ongelmia. Tietoa löytyy hyvin, ja joissakin tilanteissa sitä on ehkä liikaakin. Mitä tulee itse Raspberry Pi -tietokoneeseen, ainut ongelma, joka esiintyi muutaman kerran koko työn aikana, oli laitteen jumiutuminen. Tämä asia on kuitenkin ymmärrettävä, kun otetaan huomioon, että puhutaan noin 30 euron tietokoneesta, jonka kaikki ohjelmistot ovat täysin ilmaisia. Voiko jumiutumi-

sesta oikeastaan edes valittaa, kun ne pari tuhatta euroa maksavat tietokoneet tekevät samaa asiaa. Käynnistämällä laite uudestaan tämäkin ongelma saatiin kuitenkin ratkaistua.

Kaiken kaikkiaan tiedon etsiminen, Raspberry Pi -tietokoneen käyttö ja dokumentin kirjoittaminen pysyivät alusta loppuun mielenkiintoisina.

5 YHTEENVETO

Tässä työssä perehdyttiin Raspberry Pi -tietokoneen käyttöönottoon. Työn tarkoituksena oli tutustua Raspberry Pi -tietokoneeseen ja tehdä sen käyttöönotosta dokumentti, jonka avulla muutkin voivat ottaa sellaisen tietokoneen käyttöön.

Alussa tutustuttiin ensin Raspberry Pi Model A ja B -tietokoneisiin ja käyttöjärjestelmiin Raspbian ja Raspbmc. Tämän jälkeen esitettiin Raspberry Pi:n kilpailijoita, muun muassa Gooseberry, Utilite ja Arduino.

Teorian jälkeen Raspberry Pi Model B -tietokoneeseen liitettiin näyttö, hiiri, näppäimistö, ja asennettiin ensin Raspbian, ja sitten Raspbmc. Molemmista käyttöjärjestelmistä esitettiin tärkeimmät asetukset ja ominaisuudet.

Työn lopussa esitettiin Raspberry Pi:n käyttömahdollisuuksia ja sovelluksia. Otettiin käyttöön Gertboard-alusta, jonka avulla vielä ohjattiin LED-valoja ja moottoria.

LÄHTEET

- 1 Element 14 -yhteisö.
 <<http://downloads.element14.com/raspberryPi1.html?COM=raspi-group>>
 (luettu 6.11.2013)
- 2 Merrick Jordan, Your First Raspberry Pi: A Buyer's Guide.
 <<http://mac.tutsplus.com/tutorials/electronics/your-first-raspberry-pi-a-buyers-guide/>> (luettu 7.11.2013)
- 3 Broadcom Corporation -yhtiön kotisivut, BCM2835-prosessorin tuotetiedot.
 <<http://www.broadcom.com/products/BCM2835>> (luettu 7.11.2013)
- 4 Element 14 -yhteisö, Model A:n ja B:n vertailutaulukko.
 <<http://downloads.element14.com/raspberryPi1.html?COM=raspi-group>>
 (luettu 7.11.2013)
- 5 Raspberry Pi:n kotisivu.
 <<http://www.raspberrypi.org/>> (luettu 13.11.2013)
- 6 Embedded Linux Wiki -sivut, SD-muistikortti.
 <http://elinux.org/RPi_SD_cards> (luettu 19.11.2013)
- 7 Avoimen lähdekoodin ohjelmistojen julkinen hakemisto.
 <<https://www.ohloh.net/p/debian>> (luettu 19.11.2013)
- 8 Raspbianin kotisivut.
 <<http://www.raspbian.org/>> (luettu 19.11.2013)
- 9 Raspbmcin kotisivut.
 <<http://www.raspbmc.com/about/>> (luettu 3.12.2013)
- 10 Raspbmcin kotisivut, käyttöohjeet.
 <<http://www.raspbmc.com/wiki/user/equipment-needed/>>
 (luettu 3.12.2013)
- 11 Bhati Monika, Here Are 5 Hot Raspberry Pi Alternatives, julkaistu Electronics For You -verkkolehdessä.
 <<http://www.efytimes.com/e1/creativenews.asp?edid=84368>>
 (luettu 3.1.2014)
- 12 Cawley Christian, 3 Potential Raspberry Pi Successors.
 <<http://www.makeuseof.com/tag/3-potential-raspberry-pi-successors/>>
 (luettu 3.1.2014)
- 13 Gooseberry-yhteisö.
 <http://gooseberry.atspace.co.uk/?page_id=13> (luettu 4.1.2014)

- 14 Bellamy Benjamin, Arduino vs. Raspberry Pi vs. CubieBoard vs. Gooseberry vs. APC Rock vs. OLinuXino vs. Hackberry A10.
<<http://techwatch.keeward.com/geeks-and-nerds/arduino-vs-raspberry-pi-vs-cubieboard-vs-gooseberry-vs-apc-rock-vs-olinuxino-vs-hackberry-a10/>>
(luettu 4.1.2014)
- 15 Gooseberry-blogi.
<http://gooseberry.atSPACE.co.uk/?page_id=13> (luettu 4.1.2014)
- 16 Viralliset BeagleBone Black Embedded Linux Wiki -sivut
<http://www.elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack#BeagleBone_Black_Features> (luettu 5.1.2014)
- 17 Adafruit-yhtiön kotisivut.
< <http://www.adafruit.com/products/1278> > (luettu 5.1.2014)
- 18 Electronics Weekly, BeagleBone Black: TI's \$45 Raspberry Pi competitor.
<<http://www.electronicsworld.com/news/design/embedded-systems/beaglebone-black-tis-45-raspberry-pi-competitor-2013-04/>> (luettu 6.1.2014)
- 19 BeagleBoard kotisivut.
<<http://beagleboard.org/products/beaglebone%20black>> (luettu 7.1.2014)
- 20 Utiliten kotisivut.
<<http://utilite-computer.com/web/home>> (luettu 10.1.2014)
- 21 CompuLab kotisivut.
<<http://compulab.co.il/>> (luettu 10.1.2014)
- 22 Electronics Weekly, Raspberry Pi gets a competitor.
<<http://www.electronicsworld.com/news/design/embedded-systems/raspberry-pi-gets-a-competitor-2012-09/>> (luettu 11.1.2014)
- 23 CNXSoft - Embedded Software Development -blogi.
<<http://www.cnx-software.com/2012/08/31/49-cubieboard-allwinner-a10-open-hardware-development-board/>> (luettu 11.1.2014)
- 24 Cubieboard-kotisivut.
<<http://cubieboard.org/>> (luettu 11.1.2014)
- 25 Arduinon kotisivut.
<<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardSerialSingleSided3>> (luettu 13.1.2014)
- 26 Jämsä Lauri, Arduino-alustat esittelyssä.
<<http://www.ruuvipenkki.fi/2010/08/12/arduino-alustat-esittelyssa>>
(luettu 13.1.2014)
- 27 Arduinon verkkokauppasivusto.
<http://store.arduino.cc/index.php?main_page=index&cPath=11&zenid=opuh733008uu25s9fmargfq91> (luettu 13.1.2014)

- 28 Arduinon kotisivut.
 <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue>> (luettu 13.1.2014)
- 29 Juuskutin, Raspberry Pi -pikaohjeet suomeksi.
 <<http://juuskutin.blogspot.fi/2012/07/raspberry-pi-pikaohjeet-suomeksi.html>>
 (luettu 19.1.2014)
- 30 Ubuntu-yhteisön sivut, Terminalin käyttö.
 <<https://help.ubuntu.com/community/UsingTheTerminal>>
 (luettu 28.1.2014)
- 31 Wolfram-kotisivut, Mathematica.
 <<http://www.wolfram.com/mathematica/>> (luettu 29.1.2014)
- 32 Aalto-yliopisto, Matematiikkaa tietokoneella, opasmateriaalia.
 <<http://math.aalto.fi/opetus/Mattie/MattieO/mathematica.html>>
 (luettu 29.1.2014)
- 33 Kivelä Simo, Mathematica-kurssi.
 <<http://matta.hut.fi/mmakurssi/>> (luettu 29.1.2014)
- 34 Maloney John ja Resnik Mitchel, The Scratch Programming Language and Environment.
 <<http://web.media.mit.edu/~jmaloney/papers/ScratchLangAndEnvironment.pdf>>
 (luettu 4.2.2014)
- 35 Adafruit Learning System, luento 4.
 <<http://learn.adafruit.com/adafruits-raspberry-pi-lesson-4-gpio-setup/overview>>
 (luettu 23.1.2014)
- 36 Raspberry Pi -keskustelufoorumi.
 <<http://pingbin.com/2013/01/to-control-led-raspberry-pi-gpio/>>
 (luettu 23.1.2014)
- 37 Battle Bot -foorumi.
 <<http://4.bp.blogspot.com/-ox51qhFjKoA/UcODsEWzBCI/AAAAAAAAAX8/NtOqLaoPUZI/s1600/owi-pi.jpg>> (luettu 23.1.2014)
- 38 Farnell-sivusto, Gertboard.
 <<http://fi.farnell.com/gertboard/gertboard/board-gertboard-assembled/dp/2250034#>> (luettu 17.2.2014)
- 39 Gert van Loo and Myra Vanlnwegen, Gertboard User Manual.
 <<http://www.farnell.com/datasheets/1683444.pdf>> (luettu 17.2.2014)

LIITTEET

Liite 1: Raspbian-levy kuvan asennus

Liite 2: Raspbian-käyttöjärjestelmän asetukset

Liite 3: LED-valon ohjaus

Liite 4: Robottikäden ohjaus Raspberry Pi -tietokoneen avulla

Liite 5: Scratch-käyttöä helpottavat Internet-sivut

Liite 6: Raspbmc-käyttöjärjestelmän asennus ja käyttö

Liite 7: LED-valojen ohjauskoodi

Liite 8: Moottoriohjauksen koodi

Liite 9: Työn ulkopuolelle jääneet asiat, jotka parantavat Raspberry Pi -tietokoneen käyttöä

RASPBIAN-LEVYKUVAN ASENNUS

Heti alussa ladataan Win32DiskImager-ohjelma, ja puretaan zip-tiedosto omaan kansioon. Ohjelma on ilmaiseksi ladattavissa alla olevasta osoitteesta: <<http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/files/latest/download>>.

Kun tiedosto on purettu omaan kansioon, ladataan Raspbian-levykuva alla olevasta osoitteesta:

<<http://www.raspberrypi.org/downloads>>.

Levykuva löytyy Raspbian-nimellä, ja valitsemalla Image-kohdalla olevaa linkkiä, zip-tiedoston tallenus alkaa. Tähän menee noin kymmenen minuuttia. Tämän jälkeen puretaan zip-tiedosto omaan kansioon, voi käyttää samaa tallennuspaikkaa kuin Win32DiskImager-ohjelman tallennuksessa. Tämän jälkeen käynnistetään Win32DiskImager-ohjelma klikkaamalla kahdesti Win32DiskImager-kuvaketta, minkä jälkeen saadaan alla olevan kuvan mukainen ikkuna auki.

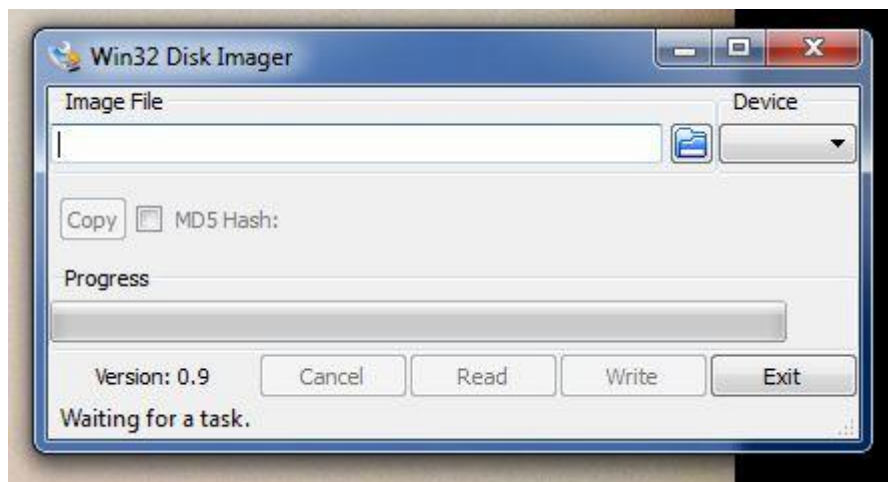


Image File -kohtaan ladataan aikaisemmin tallennettu Raspbian-levykuva, omasta kansioista löytyy nimellä 2014-01-07-wheezy.raspbian.img. Device-kohtaan valitaan SDHC-muistikortti ja lopussa valitaan Write-kohta. Levykuvan kirjoittamiseksi muistikortille menee noin kymmenen minuuttia. Tämän jälkeen muistikortti laitetaan Raspberry Pi -tietokoneeseen ja asennetaan käyttöjärjestelmä.

RASPBIAN-KÄYTTÖJÄRJESTELMÄN ASETUKSET

Asetusten päävalikosta valitaan kohta 2, salasanan muuttaminen, minkä jälkeen ilmestyy ilmoitus, että pian kysytään uutta salasanaa. Painaamalla enter-näppiä, ilmestyy teksti jossa kysytään uutta UNIX-salasanaa. Uuden salasanan kirjoitus ei näy millään tavalla, eli vaikka näyttää siltä, ettei tekstiä tule, se jää muistiin kuitenkin. Uusi salasana annetaan kahdesti, ja jos salasanat täsmäävät, ilmestyy ilmoitus onnistuneesta salasananvaihdesta.

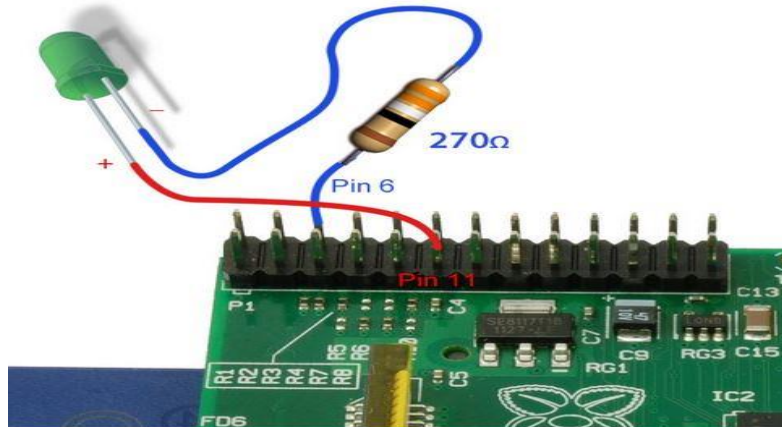
Seuraavaksi valitaan kohta 3, jossa valitaan mihin tilaan laite käynnistyy. Tarjotaan kolme vaihtoehtoa. Ensimmäinen on peruskäynnistys, eli vaaditaan tunnuksen ja salasanan. Toinen on käynnistys työpöytäkymään ilman tunnusta tai salasanaa. Kolmas vaihtoehto käynnistää laitteen suoraan Scratch-ohjelmointiympäristöön.

Seuraavaksi valitaan kohta 5, eli mikäli halutaan käyttää kameraa Raspberry Pi -tietokoneen kanssa, niin tässä ensin pitää sallia kameran käyttö. Kohdassa 6 voi lisätä oma Raspberry Pi -tietokone Internet-seurantaympäristöön, nimeltään Rastrack, missä seurataan paikat, joissa Raspberry Pi -tietokonetta käytetään. Liittymistä varten kysytään tunnusta, joka saa olla mikä tahansa, ja sähköpostiosoitetta. Kohdassa 7 voi muuttaa overclock-asetusta, mutta sitä kannattaa tehdä harkitusti, koska se voi lyhentää Raspberry Pi -tietokoneen elinikää.

Lisäasetuksia löytyy kohdasta 8, jossa voi muuttaa overscan-asetusta, Raspberry Pi -tietokoneen käyttäjätunnusta, muistijakoa, SSH- ja SPI-asetusta, äänilähtöä tai suorittaa laitteen päivitys. Kohdasta 9 löytyy tietoa asetukset-työkalusta.

LED-VALON OHJAUS

Tehtävän suorittamiseksi Raspberry Pi -tietokoneella tulee olla Internet-yhteys esimerkiksi Ethernet-kaapelilla. Tehdään alla olevan kuvan mukainen kytkentä.



Seuraavaksi asennetaan tarvittava ohjelmisto. Se tapahtuu antamalla alla olevat käskyt LXTerminal-ohjelmassa.

1. `sudo apt-get install git-core` *// asennetaan ohjelmisto*
2. `sudo apt-get update` *// päivitys-tarkistus*
3. `sudo apt-get upgrade` *// päivitys-tarkistus*
4. `git clone git://git.drogon.net/wiringPi` *// ladataan viimeisin versio wiringPi:stä*
5. `cd wiringPi` *// tarkistetaan, että on kaikki tarvittavat tiedostot*
6. `git pull origin` *// tarkistetaan, että on kaikki tarvittavat tiedostot*
7. `./build` *// "rakennetaan" softa*

Viimeisenä tehdään lopullinen skripti, joka ohjaa LED-valoa.

```
gpio mode 0 out; while true; do gpio write 0 1; sleep 1; gpio write 0 0; sleep 1; done
```

Ohjelmasta poistuu painaamalla Control + C.

ROBOTTIKÄDEN OHJAUS RASPBERRY PI -TIETOKONEEN AVULLA

Raspberry Pi -tietokoneen lisäksi tarvitaan OWI-535 Robot Arm -robottikäden. Raspberry Pi:llä tulee olla Internet-yhteys. Avataan LXTerminal ja annetaan seuraavat käskyt:

1. `sudo apt-get update` *// ensin tarkistetaan päivitykset*
2. `sudo apt-get install python-pip` *// asennetaan python-pip*
3. `sudo pip install pyusb` *// robottikäden ohjauksessa käytetään PyUSB-kirjastoa*

Kytetään robottikäden Raspberry Pi -tietokoneen USB-tuloon ja tarkistetaan onko se näkyvissä Raspberry Pi:lle antamalla käsky

1. `lsusb`

Seuraavaksi tunnistetaan robottikäden myyjän ja ID:n avulla kirjoittamalla seuraava koodi.

```
import usb.core
import usb.util

dev = usb.core.find(idVendor=0x1267, idProduct=0)

if dev is None:
    raise ValueError('Device not found')
```

Lopuksi annetaan käsky

```
cmd = [ int(0b01010101,2), int(0b01,2), 1 ]
dev.ctrl_transfer(0x40,6,0x100,0,cmd,1000)
```

Koko Python-koodi on ladattavissa osoitteesta

<<http://code.google.com/p/battle-bot/downloads/detail?name=owirobot.py>>

SCRATCH-KÄYTTÖÄ HELPOTTAVAT INTERNET-SIVUT

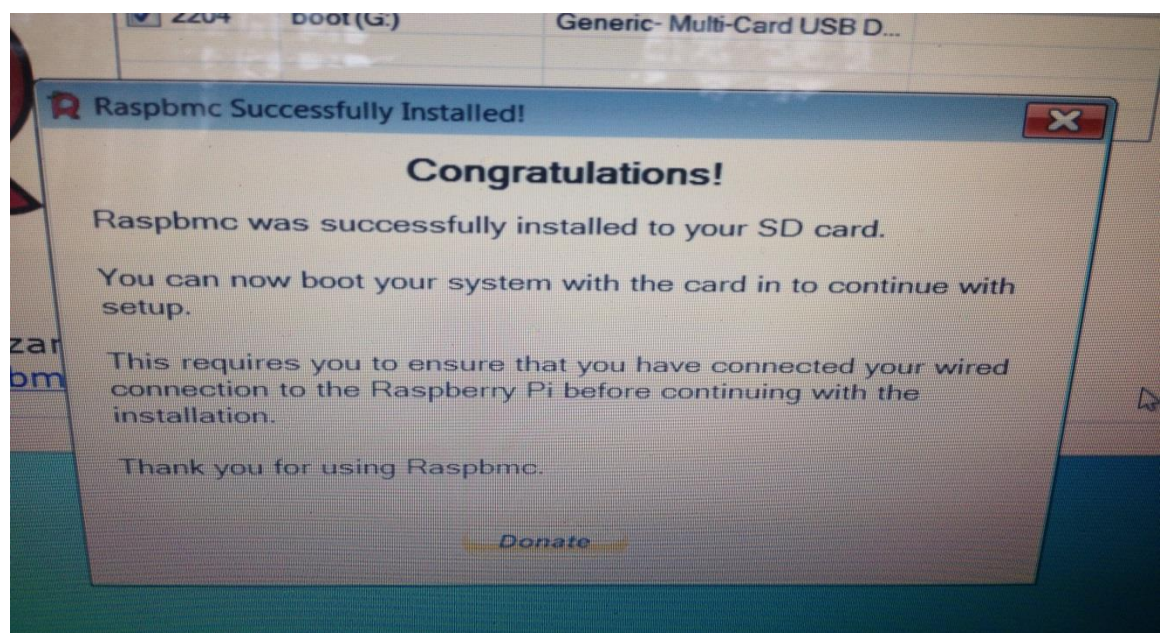
- <http://scratch.mit.edu/>
- <http://web.media.mit.edu/~jmaloney/papers/ScratchLangAndEnvironment.pdf>
- <http://www.cs.helsinki.fi/group/linkki/materiaali/peliohjelmointi/scratch/>
- http://linkki.cs.helsinki.fi/sites/linkki.cs.helsinki.fi/files/scratch-ohjelmointikerhomateriaali_0.pdf
- <http://learnscratch.org/>
- <http://scratch.wiki.hoover.k12.al.us/Examples>

RASPBMC-KÄYTTÖJÄRJESTELMÄN ASENNUS JA KÄYTTÖ

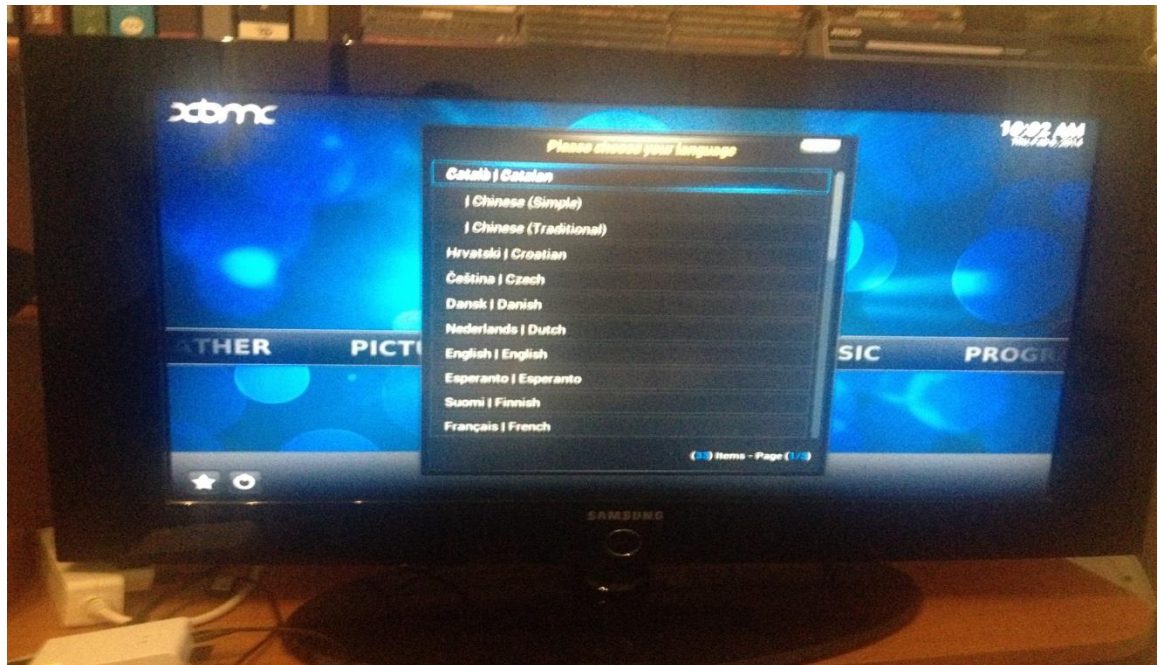
Sivustolta raspbmc.com/download/ ladataan UI-asentajan (engl. UI-installer). Avataan zip-tiedosto ja ajetaan setup.exe-tiedostoa. Saadaan alla oleva ikkuna auki.



Tallennuspaikaksi valitaan muistikortti, hyväksytään sopimusehdot ja valitaan Install-kohta. Asennus poistaa muistikortilla olevat muut tiedostot. Kun asennus on suoritettu, avautuu alla oleva ikkuna.

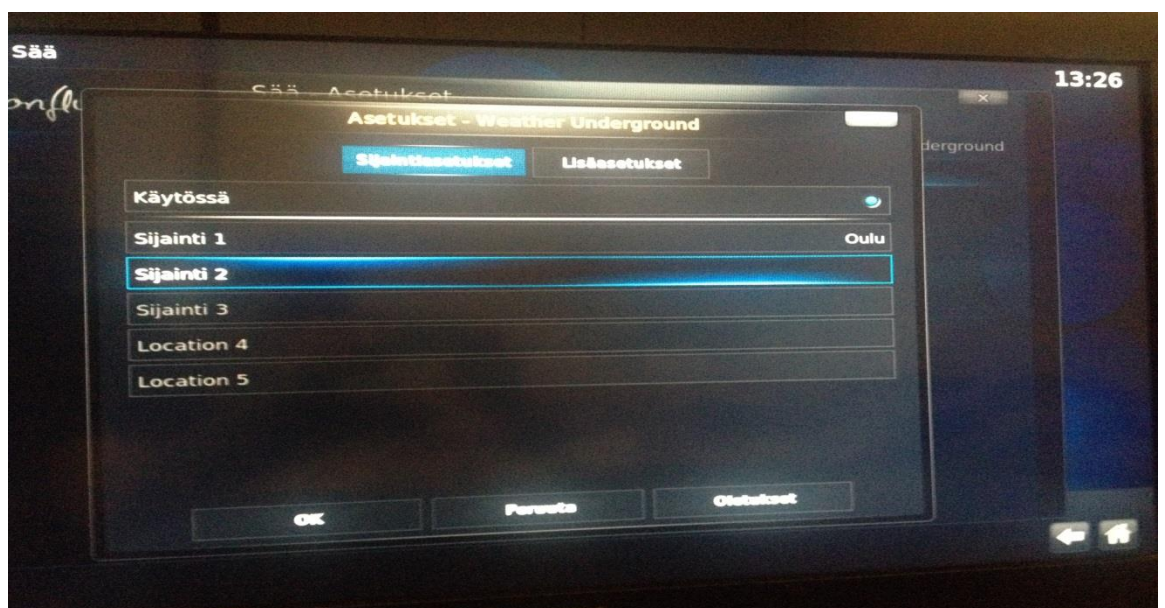


Tämän jälkeen muistikortti laitetaan Raspberry Pi -tietokoneeseen ja käynnistetään laite. Käyttöjärjestelmän asennus Raspberry Pi -tietokoneelle käynnistyy automaattisesti, ja kun asennus on suoritettu, avautuu alla oleva ikkuna josta valitaan haluttu kieli.

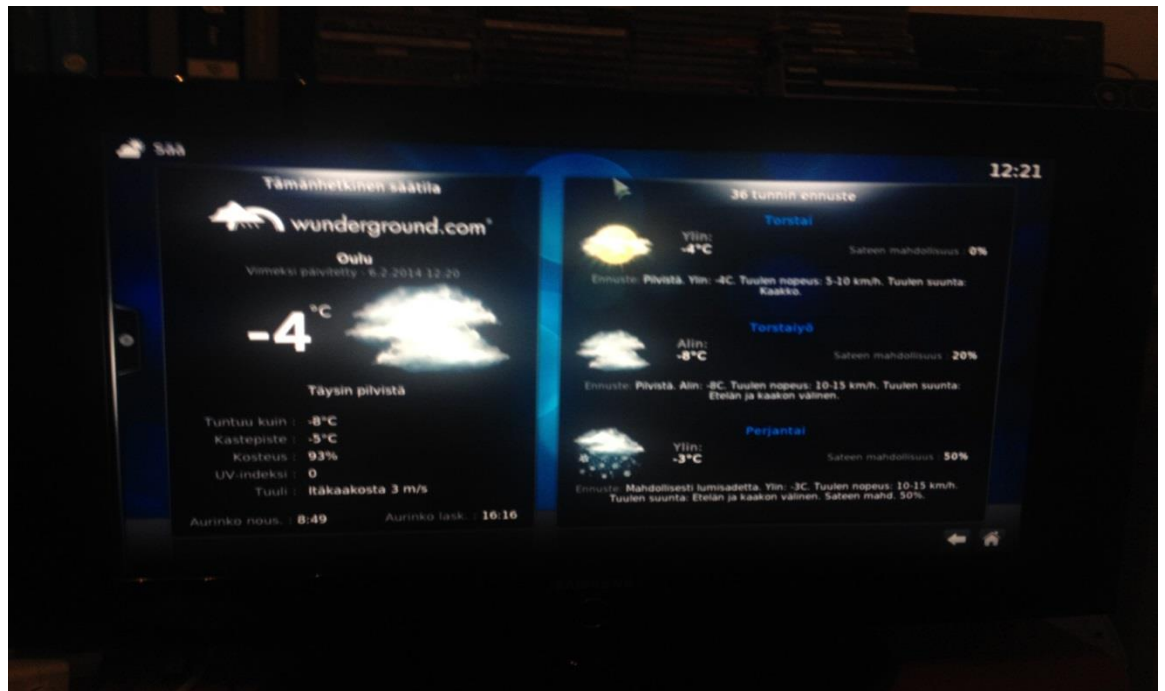


SÄÄPALVELU

Valitaan päävalikosta sää-kohdan ja siitä edelleen asetukset.

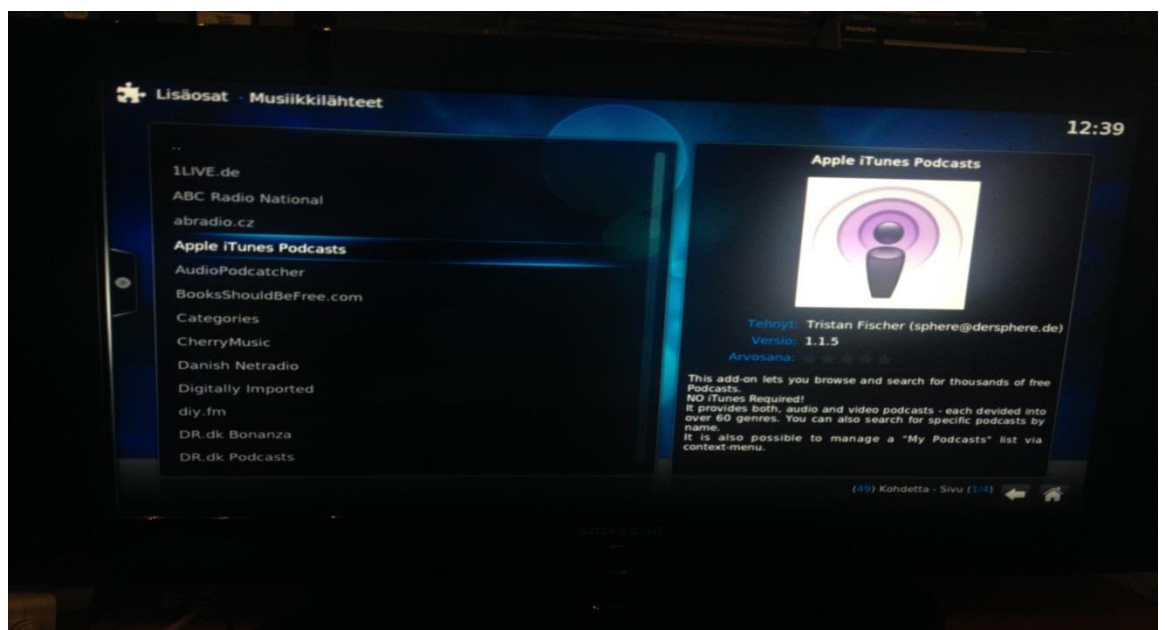


Kirjoitetaan yhdestä viiteen sijaintiin ja valitaan ok. Hetken kuluttua säätiedot näkyvät.

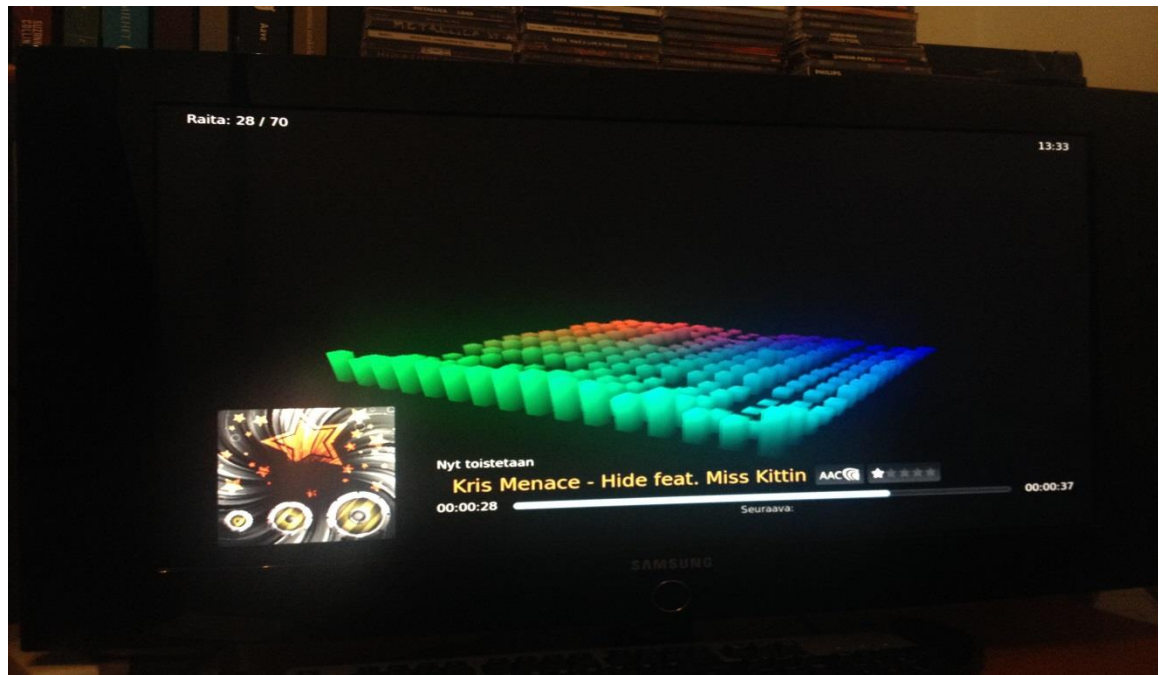


MUSIIKKIPALVELU

Tuodaan musiikki joko muistitikulla tai lataamalla tarjonnasta. Jälkimmäinen vaihtoehto ta-
 pahtuu niin, että valitaan päävalikosta musiikki→ lisäosat→ nouda lisää. Avautuvasta vali-
 kosta valitaan haluttu kanava ja valitaan asenna-kohdan.



Tämän jälkeen palataan päävalikkoon ja musiikkikohdasta valitaan tiedostot, ja siitä toistetaan asennettu kanava.



Kuva- ja videopalvelu toimivat samalla tavalla. Päävalikon järjestelmä-kohdasta saadaan järjestelmän tiedot esille, esimerkiksi tallennustilan tiedot.

LED-VALOJEN OHJAUSKOODI

```
// Copyright (C) Gert Jan van Loo & Myra VanInwegen 2012
// No rights reserved
// You may treat this program as if it was in the public domain

#include "gb_common.h"

// Use defines for the LEDs. In the GPIO code, GPIO pins n is controlled
// by bit n. The idea is here is that for example L1 will refer
// to the first LED, which is controlled by GPIO25 (because we will
// put a strap between GP25 and B1). This gives a more intuitive
// name to use for the LEDs in the patterns.
//
// For novice users: don't worry about the complexity
// The compiler will optimise out all constant expressions and you
// will end up with a single constant value in your table.
#define L1 (1<<25)
#define L2 (1<<24)
#define L3 (1<<23)
#define L4 (1<<22)
#define L5 (1<<21)
#define L6 (1<<18)
#define L7 (1<<17)
#define L8 (1<<11)
#define L9 (1<<10)
#define L10 (1<<9)
#define L11 (1<<8)
#define L12 (1<<7)

#define ALL_LEDS (L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12)
// LEDs test GPIO mapping:
//      Function      Mode
// GPIO0=  unused
// GPIO1=  unused
// GPIO4=  unused
// GPIO7=  LED        Output
// GPIO8=  LED        Output
// GPIO9=  LED        Output
// GPIO10= LED        Output
// GPIO11= LED        Output
// GPIO14= unused (preset to be UART)
// GPIO15= unused (preset to be UART)
// GPIO17= LED        Output
// GPIO18= LED        Output
// GPIO21= LED        Output
// GPIO22= LED        Output
// GPIO23= LED        Output
// GPIO24= LED        Output
// GPIO25= LED        Output

void setup_gpio(void)
{
    INP_GPIO(7);  OUT_GPIO(7);
    INP_GPIO(8);  OUT_GPIO(8);
    INP_GPIO(9);  OUT_GPIO(9);
    INP_GPIO(10); OUT_GPIO(10);
    INP_GPIO(11); OUT_GPIO(11);
    // 14 and 15 are already set to UART mode
    // by Linux. Best if we don't touch the
```

```

    INP_GPIO(17); OUT_GPIO(17);
    INP_GPIO(18); OUT_GPIO(18);
    INP_GPIO(21); OUT_GPIO(21);
    INP_GPIO(22); OUT_GPIO(22);
    INP_GPIO(23); OUT_GPIO(23);
    INP_GPIO(24); OUT_GPIO(24);
    INP_GPIO(25); OUT_GPIO(25);
} // setup_gpio

//
// Define the various patterns.
// The idea here is that each number in the arrays below specifies
// a collection of LEDs to turn on. The last element in each array is
// -1 so we can run through the patten with a a loop and detect when
// we are at the last item in the pattern. pattern0 and pattern1
// have only one LED on at a time. pattern2 starts with one on
// then turns on 2 of them then 3, etc. Since each LED is controlled by
// a bit, we | (or) them together to turn on more than one LED as a time.
//

static int pattern0[] =
{L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11, L12, -1 };
static int pattern1[] =
{L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11, L12,
 L12, L11, L10, L9, L8, L7, L6, L5, L4, L3, L2, L1, -1 };
static int pattern2[] =
{0x0,
 L1,
 L1|L2,
 L1|L2|L3,
 L1|L2|L3|L4,
 L1|L2|L3|L4|L5,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11,
 L1|L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L2|L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L3|L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L4|L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L5|L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L6|L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L7|L8|L9|L10|L11|L12,
 L8|L9|L10|L11|L12,
 L9|L10|L11|L12,
 L10|L11|L12,
 L11|L12,
 L12,
 -1};

// Local (to this file) variables
static int *pattern = pattern0; // current pattern
static int step = 0; // which pattern element we are showing

void show_LEDs(int value)
{
    // first turn off all LEDs - GPIO_CLR0 selects which output pins
    // will be set up 0

```



```

    GPIO_CLR0 = ALL_LEDS;
    // now light up the ones for this value - GPIO_SET0 selects which
    // output pins will be set up 1
    GPIO_SET0 = value;
} // set_pattern

void leds_off(void)
{
    GPIO_CLR0 = ALL_LEDS;
}

//
// Start anew with one of the available patterns
//
void start_new_pattern(int p)
{
    switch (p)
    {
        case 0 : pattern = pattern0; break;
        case 1 : pattern = pattern1; break;
        case 2 : pattern = pattern2; break;
        default: return;
    }
    step = 0;
    // show the LEDs for the first item in the new pattern
    show_LEDs(pattern[step]);
} // start_new_pattern

//
// Do single pattern step
// return 1 on last pattern
// return 0 on all others
//
int led_step()
{
    step++;
    if (pattern[step]==-1) // we're at end of this pattern, start over
        step=0;
    show_LEDs(pattern[step]);
    return pattern[step+1]== -1 ? 1 : 0; // are we at last value?
} // led_step

//
// Quick play all patterns
//
int main(void)
{ int p,r,last;

    printf ("These are the connections for the LEDs test:\n");
    printf ("jumpers in every out location (U3-out-B1, U3-out-B2, etc)\n");
    printf ("GP25 in J2 --- B1 in J3\n");
    printf ("GP24 in J2 --- B2 in J3\n");
    printf ("GP23 in J2 --- B3 in J3\n");
    printf ("GP22 in J2 --- B4 in J3\n");
    printf ("GP21 in J2 --- B5 in J3\n");
    printf ("GP18 in J2 --- B6 in J3\n");
    printf ("GP17 in J2 --- B7 in J3\n");
    printf ("GP11 in J2 --- B8 in J3\n");
    printf ("GP10 in J2 --- B9 in J3\n");
    printf ("GP9 in J2 --- B10 in J3\n");
    printf ("GP8 in J2 --- B11 in J3\n");

```

```

printf ("GP7 in J2 --- B12 in J3\n");
printf ("(If you don't have enough straps and jumpers you can install\n");
printf ("just a few of them, then run again later with the next batch.)\n");
printf ("When ready hit enter.\n");
(void) getchar();

// Map the I/O sections
setup_io();

// Set 12 GPIO pins to output mode
setup_gpio();

/* for testing purposes...
GPIO_SET0 = 0x180;
(void) getchar();
GPIO_CLR0 = 0x100;
(void) getchar();
*/

for (p=0; p<3; p++)
{
    // run pattern several times
    start_new_pattern(p);
    for (r=0; r<2; r++)
    { do {
        last = led_step();
        long_wait(3);
    } while (!last);
    } // run the pattern 2 times
} // loop over patterns

leds_off();
restore_io();
} // main

```

MOOTTORIOHJAUKSEN KOODI

```
// Copyright (C) Gert Jan van Loo & Myra VanInwegen 2012
// No rights reserved
// You may treat this program as if it was in the public domain
```

```
#include "gb_common.h"
#include "gb_pwm.h"
```

```
// motor test GPIO mapping:
//      Function      Mode
// GPIO0=  unused
// GPIO1=  unused
// GPIO4=  unused
// GPIO7=  unused
// GPIO8=  unused
// GPIO9=  unused
// GPIO10= unused
// GPIO11= unused
// GPIO14= unused (preset to be UART)
// GPIO15= unused (preset to be UART)
// GPIO17= motor control B      Output
// GPIO18= PWM (motor A)        alt ftn 5
// GPIO21= unused
// GPIO22= unused
// GPIO23= unused
// GPIO24= unused
// GPIO25= unused
```

```
void setup_gpio(void)
{
    INP_GPIO(17);  OUT_GPIO(17);
    INP_GPIO(18);  SET_GPIO_ALT(18, 5);
} // setup_gpio
```

```
void main()
{ int r,s;

    printf ("These are the connections for the motor test:\n");
    printf ("GP17 in J2 --- MOTB (just above GP1)\n");
    printf ("GP18 in J2 --- MOTA (just above GP4)\n");
    printf ("+ of external power source --- MOT+ in J19\n");
    printf ("ground of external power source --- GND (any)\n");
    printf ("one wire for your motor in MOTA in J19\n");
    printf ("the other wire for your motor in MOTB in J19\n");
    printf ("When ready hit enter.\n");
    (void) getchar();
```

```
    // Map the I/O sections
    setup_io();
```

```
    // Set GPIO pin 18 to use PWM and pin 17 to output mode
    setup_gpio();
```

```

// set pin controlling the non-PWM driver to low and get PWM ready
GPIO_CLR0 = 1<<17; // Set GPIO pin LOW
setup_pwm(17);

printf("\n>>> "); fflush(stdout);
// motor B input is still low, so motor gets power when pwm input A is high
force_pwm0(0,PWM0_ENABLE);
// start motor off slow (low most of the time) then ramp up speed
// (increasing the high part of the pulses)
for (s=0x100; s<=0x400; s+=0x10)
{ long_wait(6);
  set_pwm0(s);
  putchar('+'); fflush(stdout);
}
long_wait(10);
// now slow the motor down by decreasing the time the pwm is high
for (s=0x400; s>=0x100; s-=0x10)
{ long_wait(6);
  set_pwm0(s);
  putchar('-'); fflush(stdout);
}
// make sure motor is stopped
pwm_off();
// same in reverse direction
// set motor B input to high, so motor gets power when pwm input A is low
GPIO_SET0 = 1<<17;
// when we enable pwm with reverse polarity, a pwm value near 0 means
// that the LOW phase is only done for a short period amount of time
// and a pwm value near 0x400 (the max we set in setup_pwm) means
// that the LOW phase is done for a long period amount of time
force_pwm0(0,PWM0_ENABLE|PWM0_REVPOLAR);
printf("\n<<< ");
// as before we ramp up speed of motor
for (s=0x100; s<=0x400; s+=0x10)
{ long_wait(6);
  set_pwm0(s);
  putchar('+'); fflush(stdout);
}
long_wait(10);
// then slow it down
for (s=0x400; s>=0x100; s-=0x10)
{ long_wait(6);
  set_pwm0(s);
  putchar('-'); fflush(stdout);
}
GPIO_CLR0 = 1<<17;
pwm_off();
putchar('\n');

restore_io();
}

```

TYÖN ULKOPUOLELLE JÄÄNEET ASIAT, JOTKA PARANTAVAT RASPBERRY PI -TIETOKONEEN KÄYTTÖÄ

BCM28835-KIRJASTO

Bcm28835-kirjasto tarjoaa ohjelmointirajapinnat reaaliaika- ja sulautettuun ohjelmointiin. Asentaminen Raspberry Pi -tietokoneelle tapahtuu kirjoittamalla seuraavat komennot:

- `tar zxvf bcm2835-1.xx.tar.gz`
- `cd bcm2835-1.xx`
- `./configure`
- `make`
- `sudo make check`
- `sudo make install.`

Lisää tietoa löytyy osoitteesta:

<http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/>

KÄÄNNÖSTYÖKALUT JA IDE-ALUSTAT

Käännöstyökalut auttavat koodin kirjoittamisessa, kääntämisessä ja linkittämisessä Raspberry Pi -tietokoneella. Tällaisia työkaluja ovat muun muassa:

- `arm-linux-gnueabi-hf-gcc`
- `crosstool-NG`.

Lisää tietoa työkalujen asentamisesta ja käytöstä löytyy osoitteista:

<http://crosstool-ng.org/>

<https://github.com/raspberrypi/tools>

IDE-alustat (integrated development enviroment) ovat ohjelmistoja, jotka auttavat sovelluskehityksessä. Raspberry Pi -tietokoneelle voi asentaa muun muassa seuraavat IDE-alustat:

- Adafruit Web IDE
- Code::Blocks IDE

- fpGUI
- IDLE
- Lazarus.

Lisää tietoa löytyy osoitteista:

<http://www.adafruit.com/blog/2013/01/08/raspberry-pi-webide-update-to-0-3-0-debug/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Lazarus_%28IDE%29

<http://fpgui.sourceforge.net/>

<http://store.raspberrypi.com/projects/codeblocks>

http://en.wikipedia.org/wiki/IDLE_%28Python%29